

家畜人工授精

2021 10月 (通巻311号)

目 次

口 絵 技 術 情 報	 (1)
	特集 超音波検査技術
	1 家畜人工授精師に超音波検査装置 (エコー) は必要か? 全国農業協同組合連合会岩手県本部 大 津 信 一 (5)
	2 黒毛和種牛の超音波診断装置を利用した繁殖管理 宮崎県農業共済組合生産獣医療センター 上 松 瑞 穂 (10)
	3 胚移植時の超音波画像診断装置の利用 岩手大学農学部共同獣医学科 金 澤 朋 美 (16)
優 良 技 術 発 表 内 容	第49回家畜人工授精優良技術発表全国大会
	7. 黒毛和種牛における授精翌日の処置と受胎性の関係 原 田 忠 (21)
	8. 受精卵移植時に黄体が小さい牛の原因はなにか 中 村 菜 々 (26)
	9. 牛体の衛生状況が繁殖成績へ与える影響 白 井 志 (30)
海 外 情 報	家畜における胚生産と胚移植の統計 (2019年) 《IVD胚からIVP胚への生産様式の転換》Embryo Technology Newsletter (Vol. 38, No. 4, 2020) 訳 日本胚移植技術研究会 小 島 敏 之 (34)
シ リ ー ズ 飼 養 管 理 1 国 内 情 報 お 知 ら せ	牛の繁殖性向上のための飼養管理 静岡県立農林環境専門職大学短期大学部 渡 邊 貴 之 (51)
	畜産統計 (令和3年2月1日現在) 農林水産省 (57)
	乳用牛 (ホルスタイン種) の遺伝的能力評価 2021-8月評価に 係る変更点について 独立行政法人 家畜改良センター (63)
事 業 団 便 り 本 協 会 だ よ り あ と が き 企 業 案 内	 (68)
	 (70)
	 (71)
	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 (72頁)



一般社団法人 日本家畜人工授精師協会
(AIAJ)

弱酸性次亜塩素酸除菌水 FHK除菌革命生成装置

『弱酸性次亜塩素酸除菌水を手軽に生成』 除菌革命で強力除菌、消臭効果を発揮し、安心・安全を提供します。

- ・除菌水供給流量：6.5L/min（設置条件により変化します）
- ・重量（本体）：10.2kg
- ・材質：ステンレス（筐体）
- ・外形寸法：H430×W300×D155（mm）
- ・設置方法：壁掛け式

弱酸性次亜塩素酸除菌水をミスト状にして 牛・豚・鶏 他
空間へ放出、畜舎の空気を除菌消毒します！ 感染症対策に！

弱酸性次亜塩素酸除菌水
FHK 除菌革命テナーボックス



超音波噴霧器 AG-500S



製造元：CO2 システムズ株式会社
【テナーボックス / FHK 除菌革命生成装置】

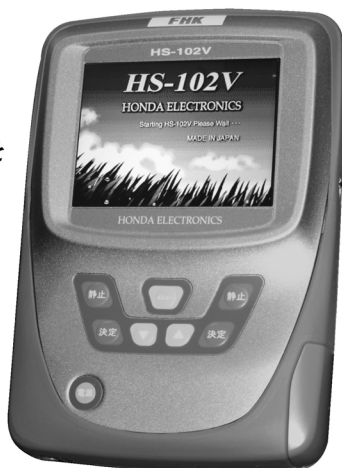
製造元：株式会社星光技研
【超音波噴霧器 AG-500S】

動物用超音波画像診断装置



HS-102V 牛用

新機能として 1000cd/m² 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

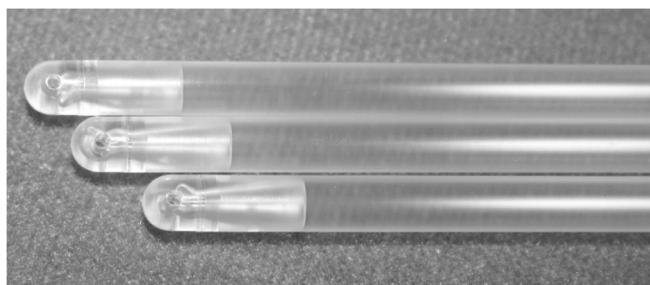


- ・コンパクト設計
- ・初心者でも使い易いシンプルボタン配置
- ・60 枚の静止画像を本体に保存可能
- ・専用の小型バッテリーで約 4 時間の連続動作が可能（バッテリー 2 個使用時）

製造販売元：本多電子株式会社

※仕様、デザインは予告なく変更されることがあります。

シース管 横穴式
(AI 人工授精 / ET 受精卵移植用)



牛の人工授精及び受精卵移植に用いられ、ストロー注入器用
のシース管（外鞘）として使用します。

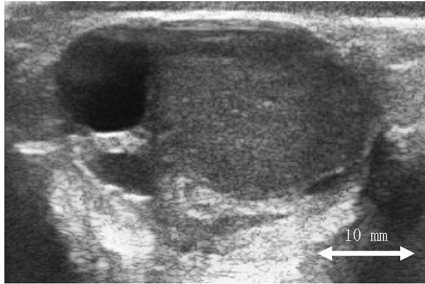
材質：原管（PVC）
先端チップ（ABS）
入数：50 本 / 袋

FHK 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

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

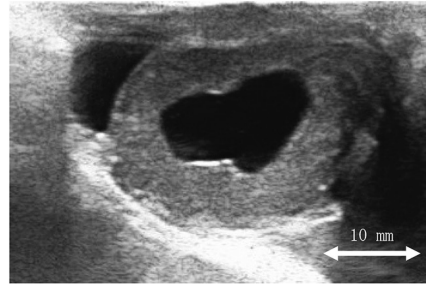
特集 「超音波利用」 3.

(A)



内腔のない黄体

(B)



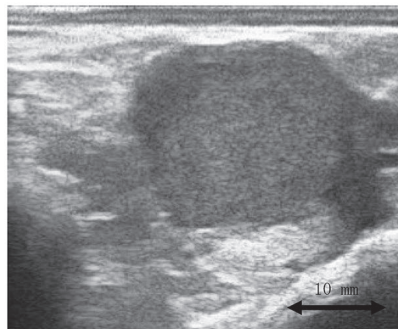
内腔のある黄体

ET 時の黄体の評価 (B モード)

(本文 17 ページ 図 1 参照)

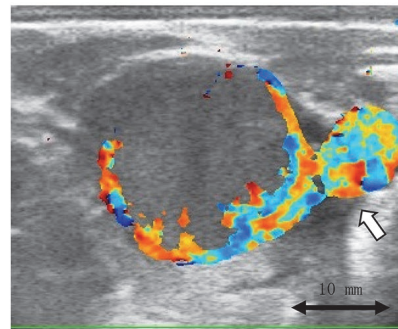
(A)

Bモード画像



(B)

カラードプラ画像



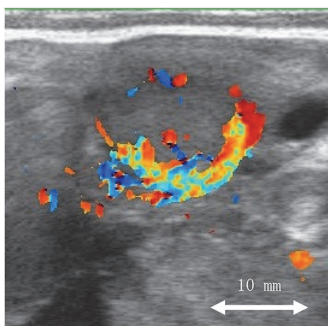
妊娠黄体 (AI後30日)

B モード画像とカラードプラ画像の比較

⇐ : らせん動脈

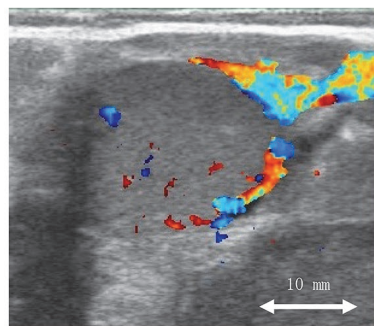
(本文 18 ページ 図 2 参照)

(A)



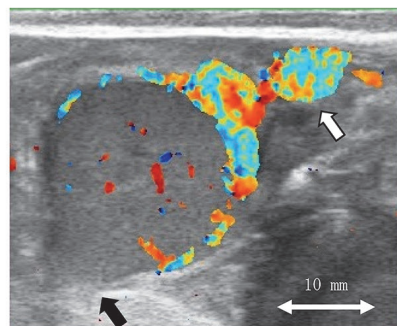
黄体表面付近

(B)



開花期黄体 (排卵後15日)

(C)



最大径付近

プローブの当て方によるカラードプラ画像の違い

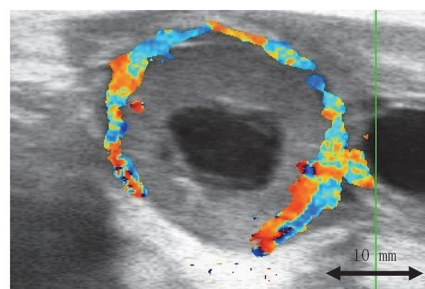
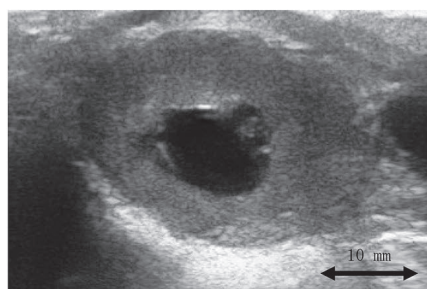
⇐ : らせん動脈、⇐ : 突起

(本文 18 ページ 図 3 参照)

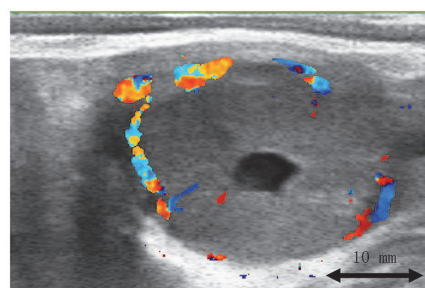
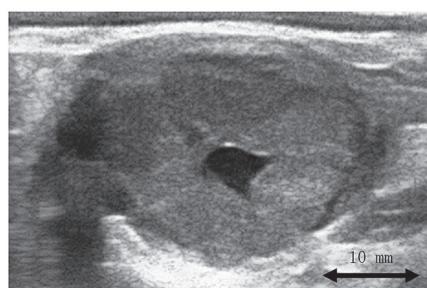
Bモード画像

カラードプラ画像

受胎



不受胎

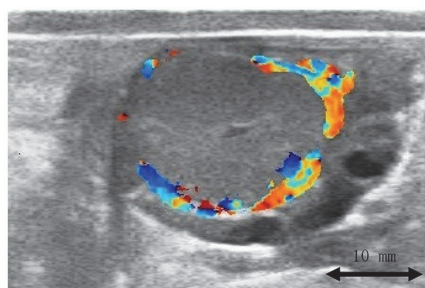
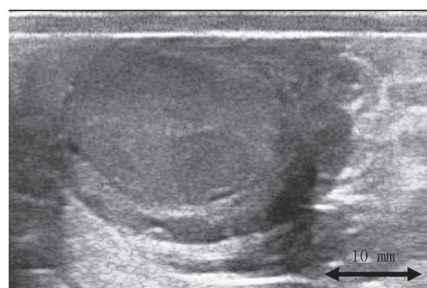


ET 時の黄体の評価（ホルスタイン種）
（本文 19 ページ 図 4 参照）

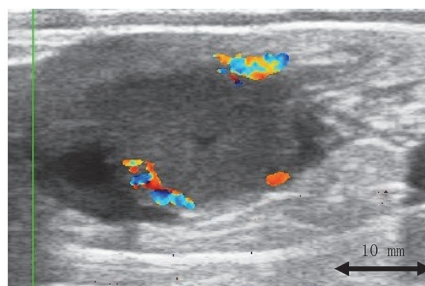
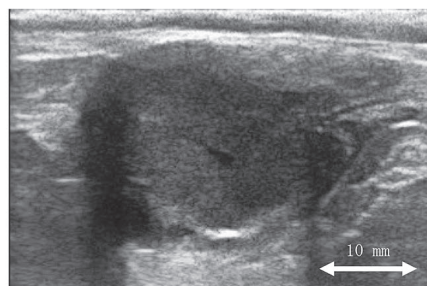
Bモード画像

カラードプラ画像

受胎

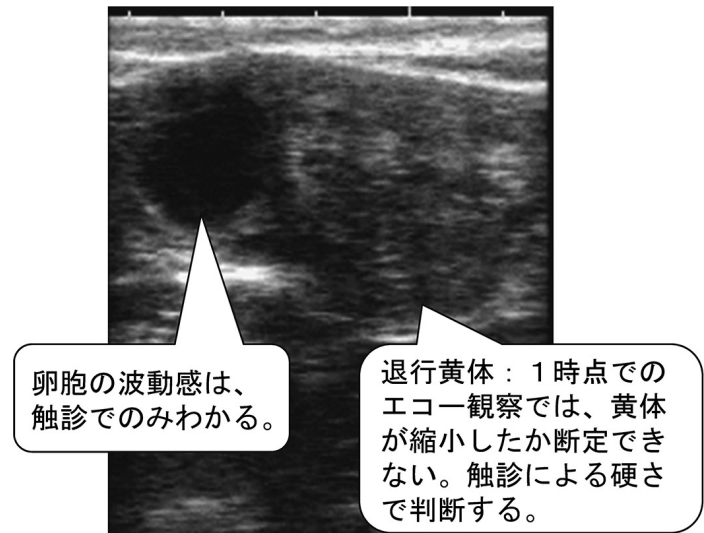


不受胎

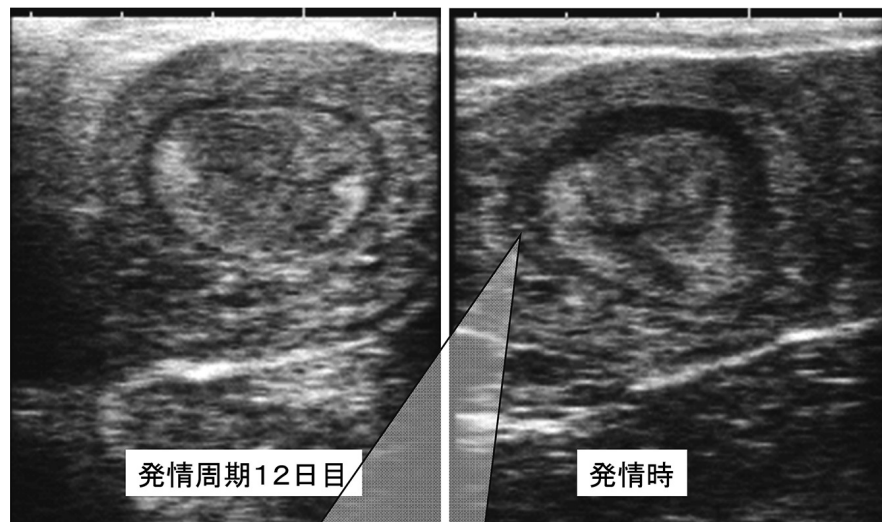


ET 時の黄体の評価（黒毛和種）
（本文 19 ページ 図 5 参照）

特集 「超音波利用」 1.

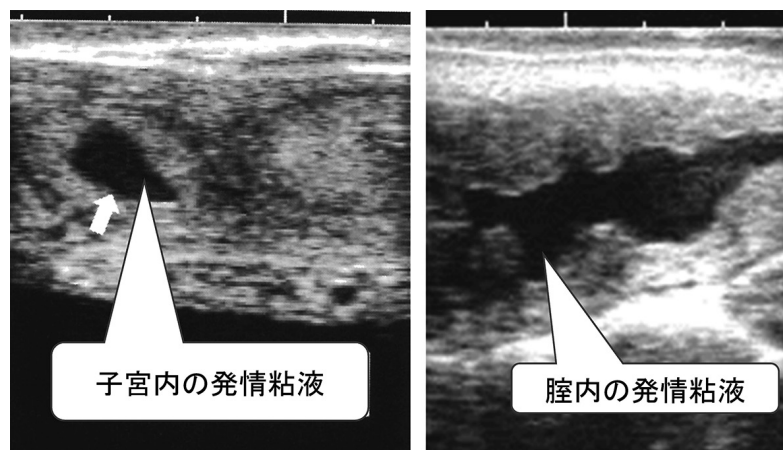


発情時の卵胞・退行黄体
(本文7ページ 図3参照)

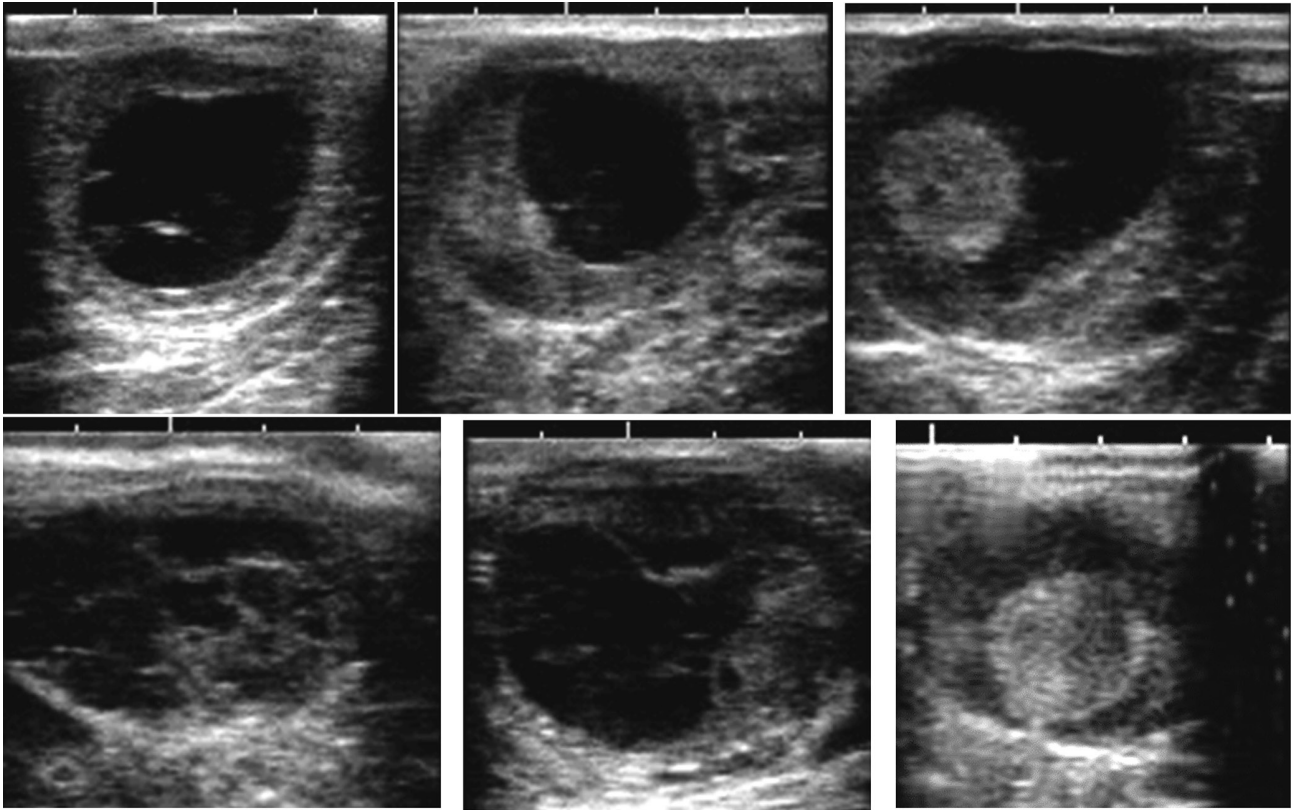


エコーにより浮腫性変化を観察できるが、収縮・弛緩の状態は直腸検査でなければわからない。

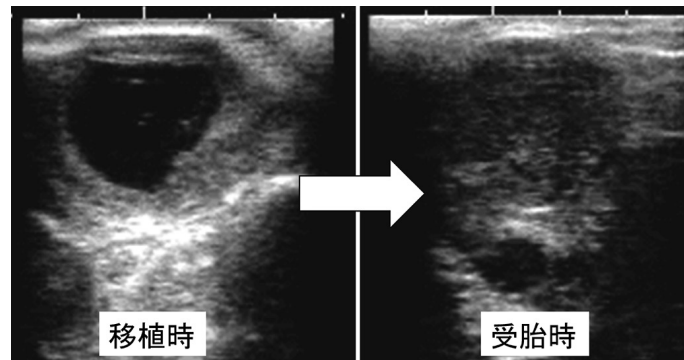
子宮の断面像
(本文7ページ 図4参照)



子宮・腔内の粘液貯留
(本文7ページ 図5参照)



いろいろな「のう腫様黄体」
(本文 8 ページ 図 6 参照)



受胎時におけるのう腫様黄体内腔液の消失
(本文 8 ページ 図 7 参照)

特集 超音波検査技術 1

家畜人工授精師に超音波検査装置(エコー)は必要か？

全国農業協同組合連合会岩手県本部畜産酪農部

大津 信一

1. はじめに

平成 30 年に「家畜人工授精師の超音波検査装置の利用のガイドライン」(図 1)が提案され、各地で人工授精師によるエコー利用の研修会が開催されつつある。筆者も講師としてこの研修会に参加しているが、エコーに対して過度の期待を抱く技術者・生産者がいることが懸念され

る。人工授精において、エコー検査はあくまでも直腸検査の補助であり、エコー利用により人工授精の技術レベルが劇的に向上するとは考えにくい。エコー検査でのみわかること、直腸検査でのみわかることをよく理解し、技術者それぞれのレベルにあったエコーの利用法について考えてほしい。

家畜人工授精師の超音波検査装置の利用については、畜主からの依頼に基づき自己が行う（または行った）牛への人工授精や胚移植の可否の判断に限ることとし、具体的には以下によるものとする。

I 人工授精

自ら授精する牛の発情・授精時の生殖器検査

正常所見の場合に限り畜主に画像提示とその説明ができる。

異常が疑われる場合には獣医師の検診を奨める。

II 胚移植

1) 自ら胚を移植する予定の牛の移植前（当日または前日）の生殖器検査

正常所見の場合に限り畜主に画像提示とその説明ができる。

異常が疑われる場合には獣医師の検診を奨める。

2) 自ら胚を移植する予定の牛の移植前発情時の生殖器検査（人工授精と同様の検査）

正常所見の場合に限り畜主に画像提示とその説明ができる。

異常が疑われる場合には獣医師の検診を奨める。

III 人工授精および胚移植後の検査

自ら授精あるいは胚移植を実施した牛のその後の生殖器検査

発情見逃しあるいは妊娠牛への授精を回避するために実施できる。

畜主に画像の提示および妊否の説明はできない。

一般社団法人日本家畜人工授精師協会

図 1 家畜人工授精師の超音波検査装置の利用のガイドライン

2. エコーでわかること、わからないこと

(1) エコーでわかること

- ・組織の断面を映像化するため、物体の有無、性質（液体～固体）、サイズがわかる。
- ・卵巣では、卵胞・黄体の有無判別、形状、大きさがわかる。
- ・子宮では、子宮の太さ、子宮壁の構造、子宮内容物の有無・性状がわかる。

(2) エコーでわからないこと

- ・触感（卵胞・黄体の硬さ・軟らかさ、子宮の収縮・弛緩）がわからない。

卵胞・黄体の触感（硬さ・軟らかさ等）は卵胞ホルモン（E）・黄体ホルモン（P）の分泌量と関係し、子宮の収縮・弛緩もE・Pの血中濃度と関係する（図2参照）。

- ・エコーで映せない部位がわからない（卵巣

全体、子宮の先端までエコーで明瞭に映せなければ正確な診断はできない）。

3. 発情診断時のエコー活用について

- (1) 発情を確定する条件の観察にエコーが有効かについて以下に示す。

- ・卵胞の有無：直腸検査で不明確な場合でもエコーではわかる。
- ・授精適期診断のための卵胞の波動感（図3）：卵胞表面の触感で判断するが、エコーではわからない。
- ・退行黄体の有無（図3）：直腸検査では触診による黄体の硬さで判断するが、経験が必要。エコーでは黄体の縮小で判断するが、1時点の観察では断定できない。
- ・収縮した浮腫状の子宮（図4）：直腸検査

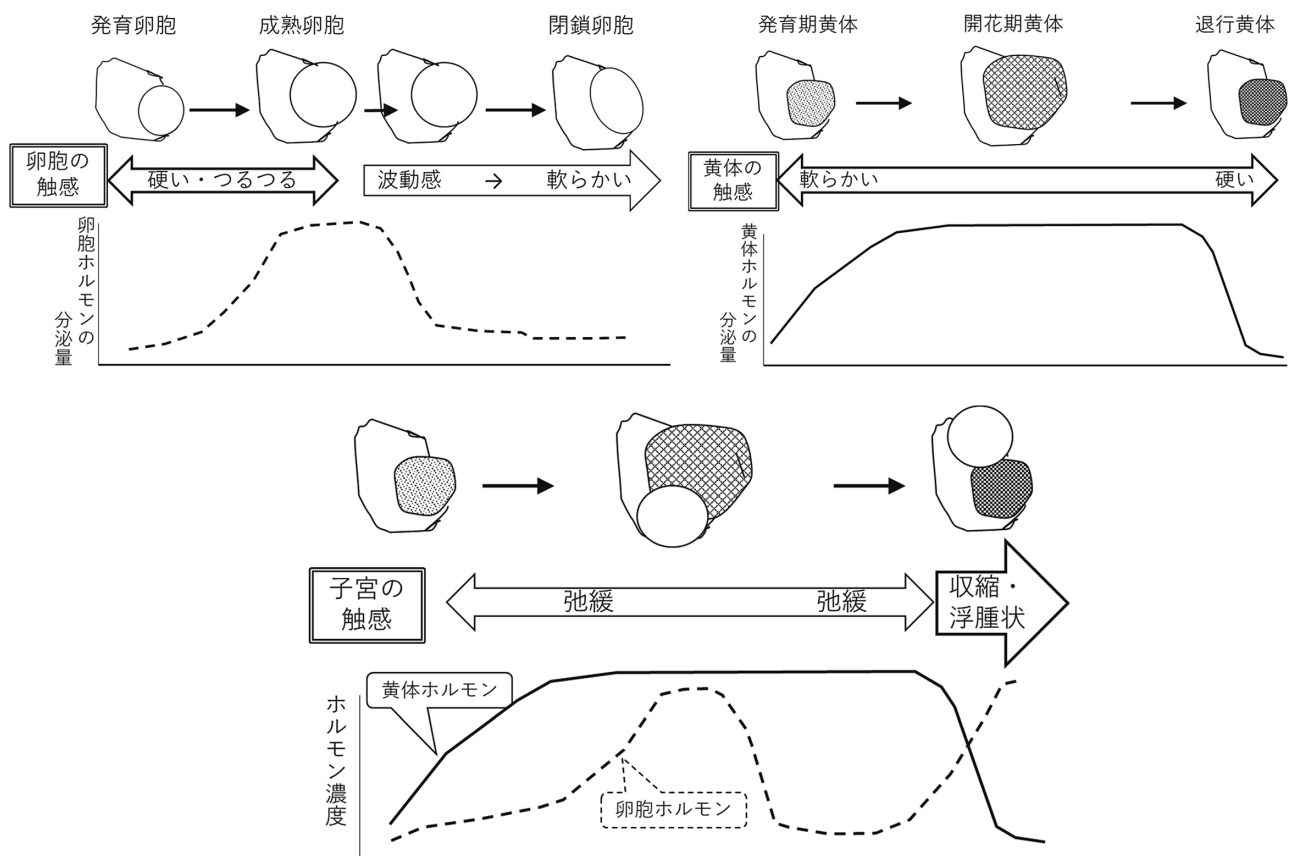


図2 卵胞・黄体・子宮の触感の変化

では触感で判断し、エコーでは、浮腫状の子宮は観察できるが収縮性はわからない。

- ・粘液の貯留（図5）：直腸検査では子宮角先端の触診、腔の圧迫による排出でわかる

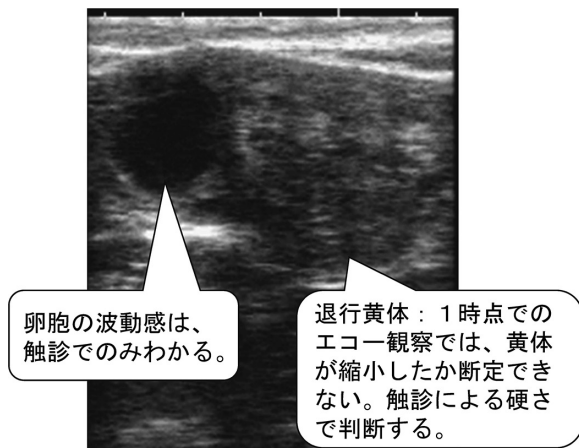


図 3 発情時の卵胞・退行黄体

が、経験が必要。エコーでは子宮内・腔内の粘液の有無がわかる（ただし粘液性状はわからない）。

- (2) 発情ではないと診断するためのエコーの活用について以下に示す。

- ・卵胞がない：直腸検査で確定できなくても、エコーではわかる
- ・機能性黄体の存在：直腸検査では柔軟な黄体（妊娠黄体等）や突起のない球形の黄体は卵胞との判別が難しいが、エコーでは判別可能。
- ・弛緩した子宮：触感で判断するのでエコーではわからない。
- ・異常な子宮内貯留物：汚れ、膿、妊娠等の

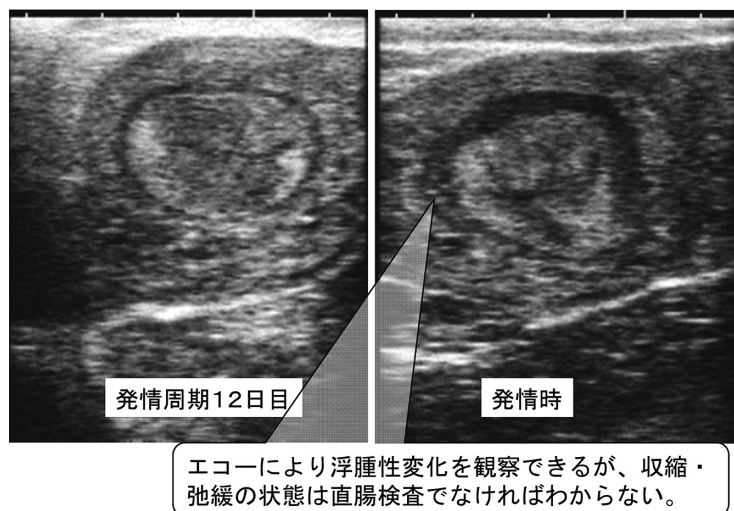


図 4 子宮の断面像

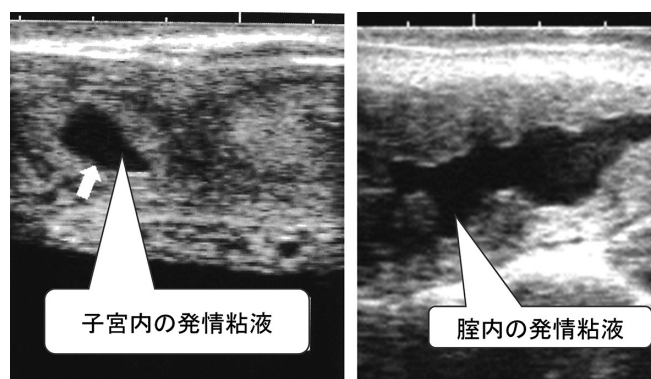


図 5 子宮・腔内の粘液貯留

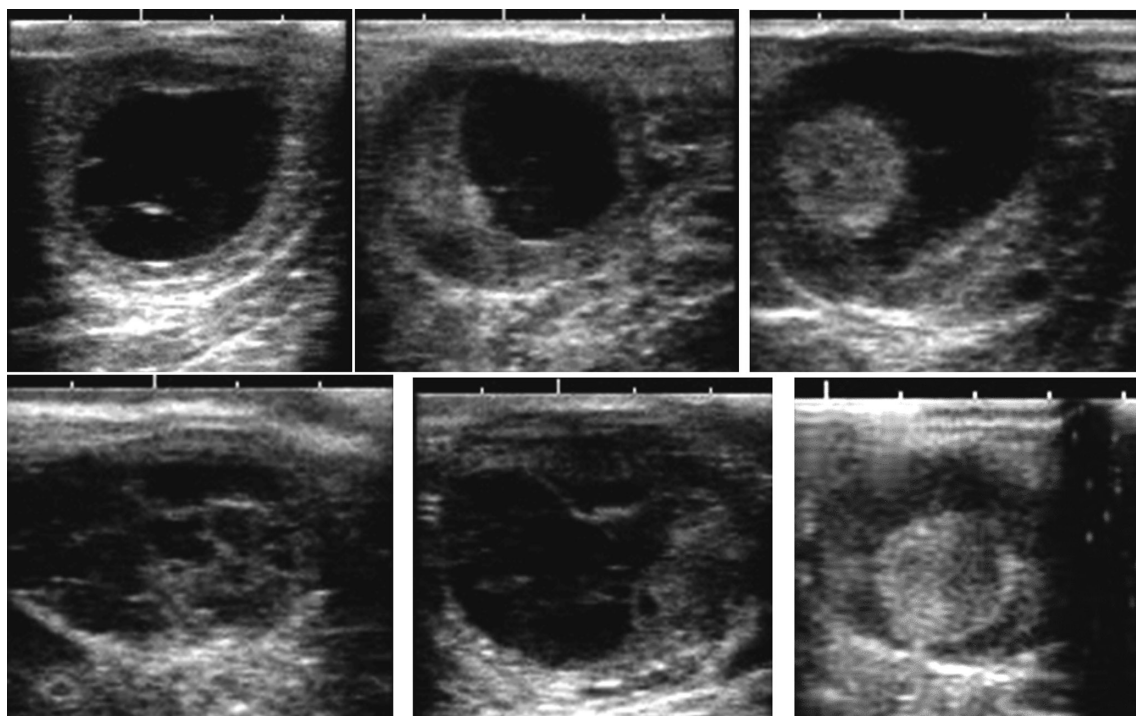


図 6 いろいろな「のう腫様黄体」

子宮内貯留物がエコーでわかる。直腸検査では経験が必要。

4. 受精卵移植時のエコーの活用について

- ・ 黄体の有無：直腸検査で不明瞭な場合でも、エコーなら正確に大きさ・形状までわかる。
- ・ のう腫様黄体の診断（図 6）：直腸検査では難しいが、エコーなら卵胞のう腫との鑑別、黄体組織の厚さまでわかる（のう腫様黄体には様々な形態があり直腸検査での診断は難しい）。黄体組織がエコーで明らかに確認できれば移植可能と判断する。のう腫様黄体の内腔液は徐々に吸収され、多くの場合妊娠確認時には内腔がなくなり通常の黄体になる（図 7）。
- ・ 弛緩した子宮：触感で判断するのでエコーではわからない。

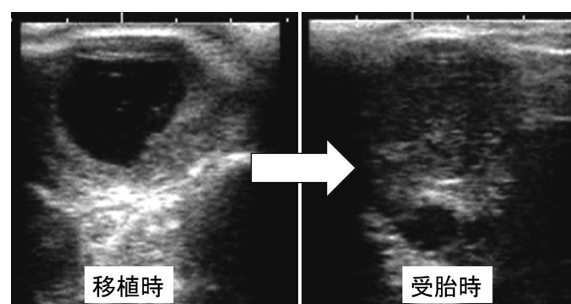


図 7 受胎時におけるのう腫様黄体内腔液の消失

5. おわりに

上述の内容をまとめると、人工授精時におけるエコーの活用は、発情の診断に有効だとしても授精適期の診断にまでは有効とは言えない。一方、発情ではないことを診断するにはエコーが有効な場合が多く、無駄な授精を減らすことに貢献できると思われる。受精卵移植時におけるエコーの活用は、黄体を正確に診断することで、これまで黄体確認時点で移植を中止にしていた牛に移植が実施されることが増えると期待される。

エコー利用の大きなメリットの一つは、直腸検査の初心者が利用し、直腸検査所見の答え合わせに用いることで、短時間に技術の上達が期待できることである。しかしその場面では、卵巣にある構造物が卵胞なのか黄体なのかの判断に利用されるだけであろう。同じ大きさの卵胞・黄体が発育中なのか閉鎖・退行しているのかは、直腸検査による卵胞・黄体の触感とE・Pレベルを反映する子宮の触感（弛緩、収縮）により予測可能である。エコーに依存した技術者は、診断時点が性周期のどのステージかを的確に捉えることができるか懸念される。直腸検査でもエコー検査でも1時点の診断には限界があり、7～10日間隔で検査することにより診断精度を

上げることができる。そして、複数回の観察を多く経験した技術者ほど1時点での診断精度を上げることができる。エコー利用による1時点での過信による診断に満足して技術スキルの向上を妨げることがないように、多くの症例を複数回観察してスキルの向上に努めてほしい。

エコーの利用により、直腸検査に自信がもてる技術者が増え技術レベルの底上げが図られるとともに、直腸検査ではわからないことをエコーで確認し診断精度が向上することを期待したい。

なお、図の写真の一部は、「家畜人工授精師のための牛の超音波検査マニュアル」（一社）日本家畜人工授精師協会発行より引用した。

特集 超音波検査技術 2

黒毛和種牛の超音波診断装置を利用した繁殖管理

宮崎県農業共済組合生産獣医療センター

上松 瑞穂

はじめに

農林水産省が発表した畜産統計¹⁾によると、我が国における肉用牛の飼育戸数は平成 24 年度には 65,200 戸、飼育頭数は 272 万頭であったものが、令和 3 年度には 42,100 戸の 260 万頭となり、一戸当たりの飼育頭数は 41.8 頭であったものが 61.9 頭と 1 戸当たり 20 頭の増頭

が行われたことになっている（図 1）。42,100 戸のうち子取り用メス牛が居る戸数は 36,900 戸で、子取り用メス牛は 1,579,000 頭が飼育されている（図 2, 3）。子取り用メス牛を 10 頭未満で飼育している農家は全体の 60% を超えているが、そこで飼育されている牛は 20% にも満たず、肉用牛の繁殖においても、高齢化した

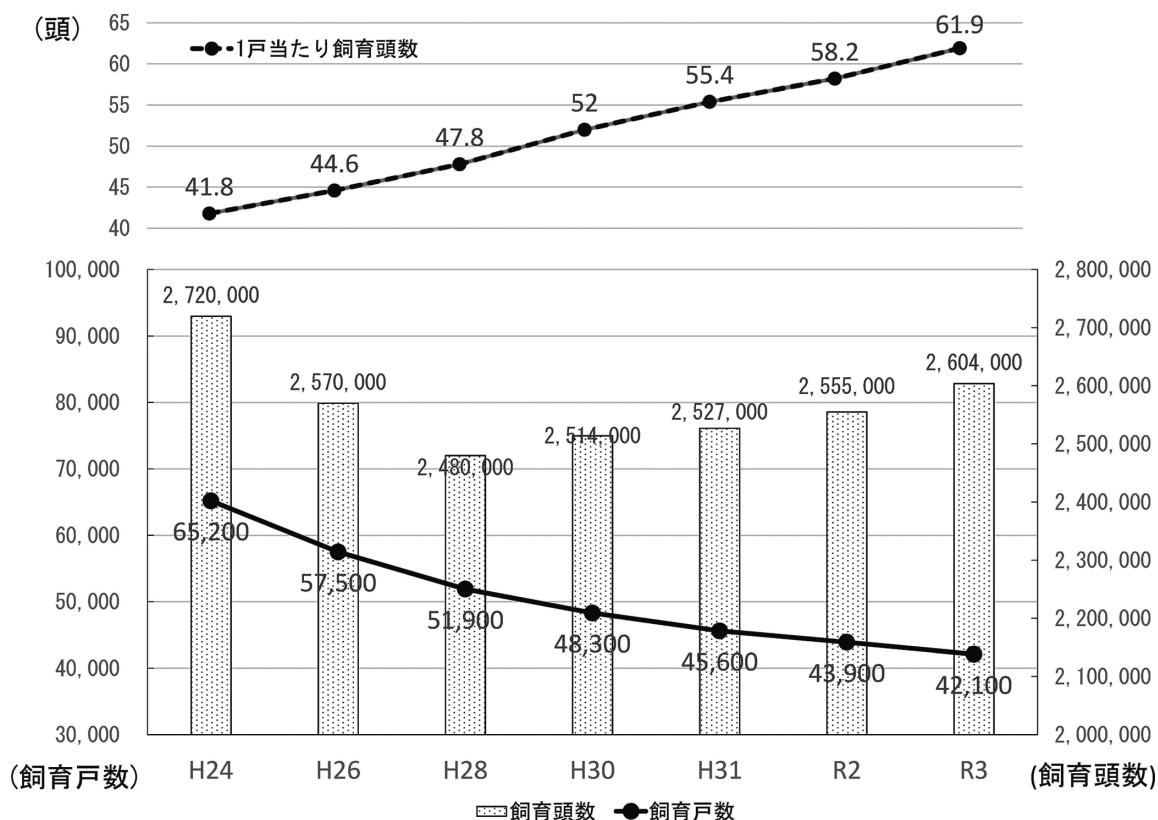


図 1 全国（肉用牛）飼育戸数・頭数の推移

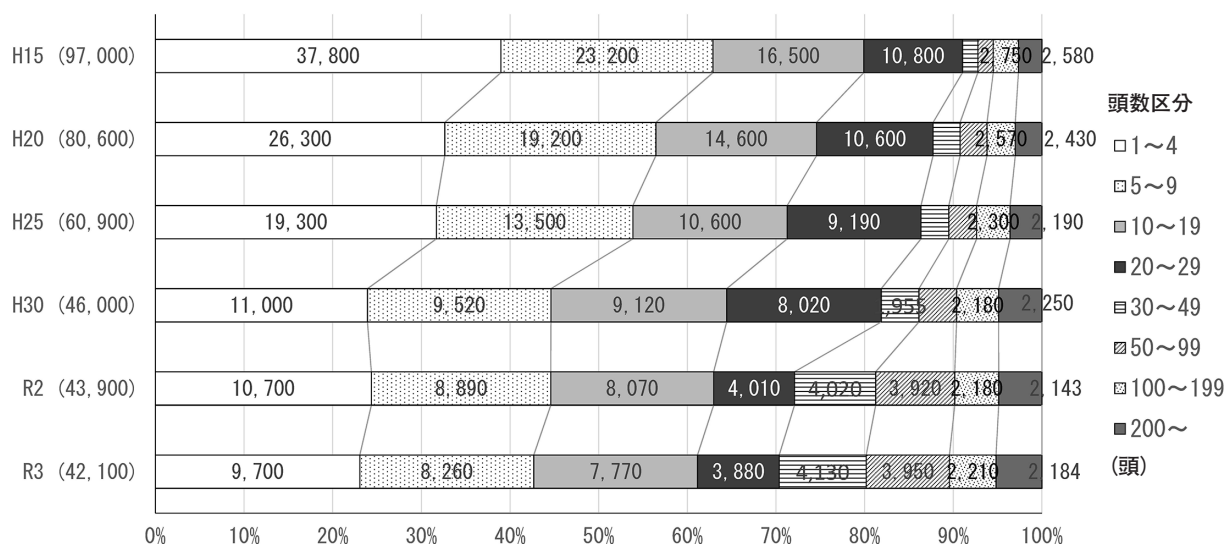


図 2 日本における肉用牛戸数 (規模別戸数割合) の推移

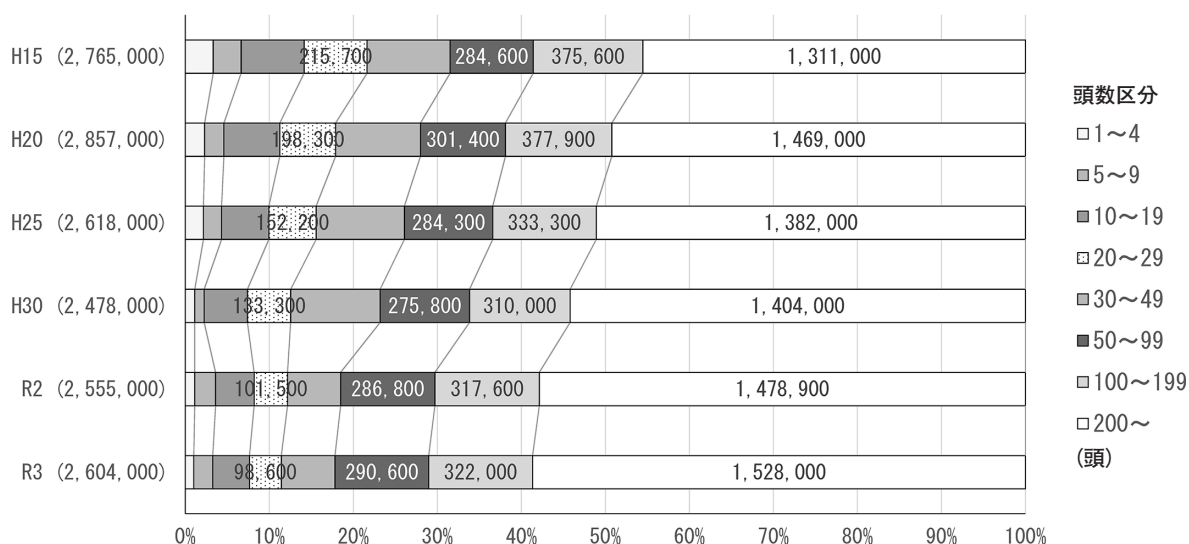


図 3 日本における肉用牛頭数 (規模別頭数割合) の推移

農家の廃業に伴い、法人経営化した大規模な農場で飼育される牛が増加しているという現状がある (図 4, 5)。

10 頭未満の少頭数飼育であれば、1 頭ずつの個体管理によって繁殖管理はできるかもしれないが、頭数が増加するにつれて、個体管理だけでなく群管理が繁殖管理の面でも疾病管理の面でも重要となってくる。

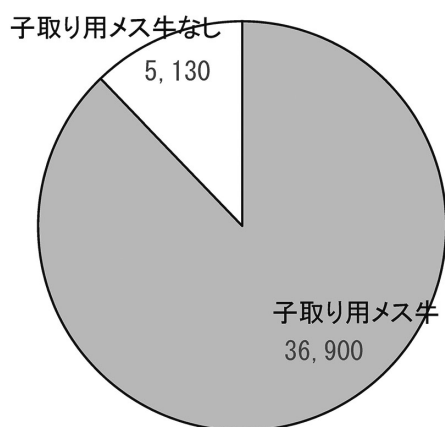
宮崎県において、黒毛和種牛の超音波診断装置を利用した繁殖管理について管理指導契約の

巡回指導の一部分として実施し、繁殖管理の高位平準化を目的として獣医師が取り組んでいることからその内容を報告する。

1. 繁殖検診の準備

農場側の準備として、牛の名前、個体識別番号、生年月日、発情日、分娩日、人工授精 (AI) 日、受精卵移植 (ET) 日、繁殖障害の治療日などを記録しておくように指示する。頭数が少なければ、カレンダーを利用したり、ホワイト

飼育戸数(戸)



飼育頭数(頭)

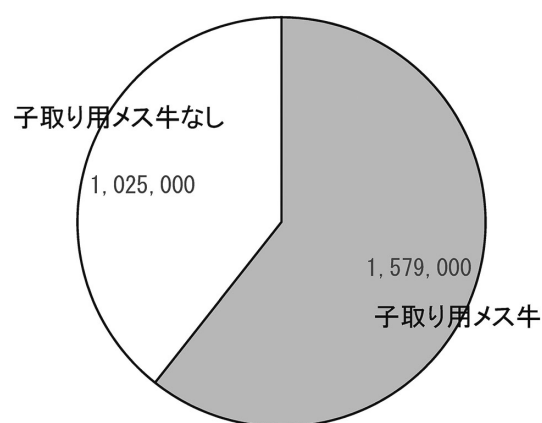
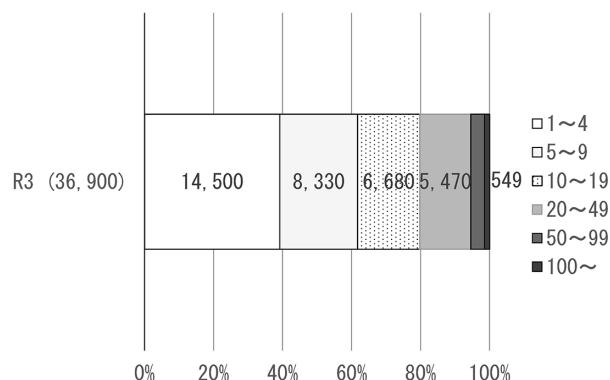


図 4 令和3年度 肉用牛(42,100戸・2,604,000頭)の内訳

子取り用メス牛飼育戸数(戸)



子取り用メス牛飼育頭数(頭)

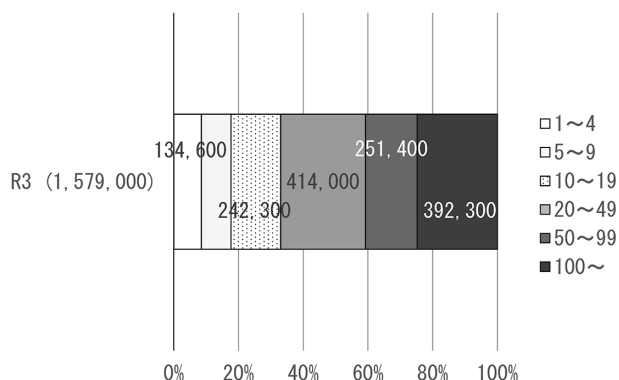


図 5 令和3年度子取り用メス牛の規模別戸数及び頭数

ボードを利用したりすることで記録は可能であるが、管理する頭数が20頭を超えてくると専用の繁殖台帳の整理や、スマートフォンまたはパソコン上で使用するソフトやアプリの使用が推奨される。これらのソフトでは、分娩後一定の期間を経た後に授精適期を表示したり、前回人工授精から21日後の繁殖周期で発情回帰がないかノンリターン法による注意喚起をしてくれたりする機能が備わっている。

獣医師側の準備として、農場でのAI、ET、分娩、治療の記録から繁殖管理用のシステムで分析を行い、農場の妊娠率、JMRなどの繁殖指数、分娩間隔、母牛の年齢のヒストグラム、

長期空胎牛、多回数のAIやETを行った牛のピックアップなどを行う。これらの情報が整っていることで、非妊娠診断、早期妊娠診断、妊娠診断、分娩後生理的空胎期間を経たのちの子宮卵巢の状態のチェックを行う(フレッシュチェック)ために繁殖検診を行うが、このシステムにより農場のニーズ、状態に応じて、任意に直腸検査する日程を設定することができる。当組合で最もポピュラーな日にちの設定としては、非妊娠診断はAI後30日、ET後23日から、妊娠診断はAI後60日、ET後90日から、分娩後のフレッシュチェックについては41日から行っていることが多いが、子宮蓄膿症の多発

農場では例えばフレッシュチェックは30日から確認する等、農場によって任意に設定している。検診時の対象頭数が20頭を超える農場に対しては、検診の当日あるいは前日にリストをFAXやメール等で台帳を送付しておく。

2. 繁殖検診

農場側での準備として、牛の所在の確認、スタンションロックや繋留など牛の保定がある。現場の工夫として行っているのが「洗濯ばさみ」の利用で、スタンションロックの金具の上側に黄色は非妊娠診断、赤は妊娠診断、白はフレッシュチェックまたは要治療牛というように色分けして検診前にはさんでおく。検診に入る獣医師は、牛の後ろ側から牛に接近するので個体識別番号等を確認することができないことが多い。そのため洗濯ばさみの色を確認することで、自分が担当する牛の状態確認については、主に何を行えばいいのか判断がしやすく診断ミスを防止したりタイムロスを少なくすることが

できる。

非妊娠診断、妊娠診断、フレッシュチェック全てにおいて超音波診断装置（エコー）を利用して行う（図6）。NOSAI宮崎には現在約120名の獣医師が在籍しているが獣医師1名に対して1台以上のエコーを所持させている。今回は繁殖分野における利用の話だけであるが、尿膜管膿瘍や関節疾患の診断など幅広く診断を行うためにも利用されている。非妊娠診断においては、卵巣における黄体の個数および状態、子宮における羊水量、羊水の濁りの有無、絨毛尿膜の分離の有無、胎子の大きさ（頭尾長）、胎子の心拍数、多胎の確認等を主に行っている。この時に胎子心拍の停止などを認めたり、羊水の著しい濁りを確認したり、絨毛尿膜の分離を認めたりした場合は、早期胚死滅の可能性や発情回帰の可能性、また、次回発情時の人工受精時の子宮頸管粘液の濁りの有無の確認を丁寧に行うことなどをアドバイスする。これらの診断は、エコーがない時代には行えなかった検査である



図6 超音波診断装置による繁殖検診の様子

と共に子宮におけるスリップ法を行わずとも良いので、以前よりも安全に非妊娠診断が行えるようになったと言える。妊娠診断は、文字通り妊娠していることを確認する検査であり、50日以前での妊娠診断をした場合は、60日以上での妊娠診断を行う方が良いとされている。その根拠は、胚（42日目まで）と初期胎子（56日目まで）の死亡率が高く、妊娠28日目から42日目までの妊娠喪失の確立は11%、42日目から56日目までは6.3%、残りの妊娠期間では9%であると報告されたことによる²⁾。胚死滅、胎子死亡に伴う妊娠喪失が起こる原因は、生殖器の先天的あるいは後天的な解剖学的異常、胚および胎子の先天的あるいは後天的な異常、感染症、内分泌異常、栄養・代謝障害等が理由だとされている。非妊娠診断を行う意義は、AI（またはET）後、発情回帰しなかったにも関わらず空胎である牛をいち早くピックアップして状態確認することで次の発情に向かわせることである。フレッシュチェックでは、分娩後子宮と卵巣の状態をエコーにより診断することが大切である。子宮の厚さ、内腔の大きさ、粘液の有無、粘液の性状については、エコー所見から判断することができる。粘液が多量に貯留しているような場合は子宮蓄膿症が最も疑われる所見となる。牛が泌乳をしている場合、初回排卵は発情兆候を伴わずに行われていることも多いことから、フレッシュチェック時に卵巣に黄体が形成されていることも多い。牛の繁殖障害の治療においてプロスタグランジン製剤（PG）が利用されることが多いが、黄体の状態についても、エコーを用いて黄体内径の大きさが1cmを超えるような場合はPGの投与時期を翌週にずらすなどの指示をすることがある。エコーを

利用することで黄体のステージを把握することができるようになった。その他、卵巣所見として、現場においては10mm以上の卵胞の有無、卵胞嚢腫の有無、黄体の大きさ等についてエコーを利用して判断し、発情周期の中での当該牛の状態をアドバイスしたり、ホルモンの投与を行ったりする。

これらの子宮と卵巣の状態については、全て台帳に記録を行い牛ごとのカルテを作成したり、システムに情報を入力したりするのに利用する。

3. 繁殖データ

繁殖検診で得られた牛ごとの情報をシステムに入力することで、牛群の妊娠率やJMR等の繁殖指数が得られる。妊娠率は100%に近いほど良いが60%を切るような場合や、妊娠診断後にPGを投与する（正常な黄体が卵巣に存在している）場合等は、発情発見が十分に行っていたのか管理者に確認するようにしている。JMRについては、10を切ると優秀、10以上20以下であれば良、20以上であれば繁殖管理に改善が求められているという判断をしている。JMRが20以上の場合、長期空胎牛が多く居ることが多く、長期空胎牛リストで120日以上空胎の繁殖牛はどの牛なのかを特定しマーカーを付けるなどして、特別な注意を払うようにしている。

繁殖検診はこのように繁殖データから牛群の繁殖成績を得るために行っているという意味と、個体ごとの治療を合理的に行うために行うという意味がある。群の繁殖成績が悪い場合、理由はどこにあるのかは、個体ごとの繁殖障害のありようからある程度推測がたつことがあ

る。

4. 繁殖障害の対応方法

分娩後1か月以内に分娩前と比較してボディコンディションスコアが1以上落ちて、フレッシュチェック時に卵巢静止（卵巢に10mm以上の卵胞も黄体も存在しない）が多い場合は、分娩・泌乳に伴った栄養が不足していないかを疑い、給与飼料量の確認を行い、不足していれば飼料設計に基づいて飼料を足す。

フレッシュチェック時に子宮蓄膿症や子宮内膜炎などの子宮疾患が多発する場合は、分娩前後の衛生状態（床の衛生度や牛体の衛生度）をチェックし、タンパク質の充足率が十分であるか、分娩後に胎盤を摂取することができているかなど、分娩前後の衛生度を上げタンパク質（CP）の充足を100％に設定するようにする。

人工授精を行いたい時期に、発情兆候はあっても排卵遅延が起こったり、卵胞嚢腫が多発したりするときは、ストレスの有無がないかを確認し、給与しているタンパク質（DIP）と糖・でんぷん類（NFC）の比率が1：3であるかを確認する。

妊娠率が低く、直腸検査によって黄体が確認される個体が多い場合は、発情発見率が落ちているので、管理者に発情発見ができなかったのか、牛が発情行動を示さなかったのか確認する。牛の発情行動がないか減弱化している場合は、ボディコンディションの低下はないか、毛づやの低下はないかなど牛を診て確認する。加えて血液代謝プロファイルテスト（MPT）で、餌として与えている飼料が体内で適切に代謝されているかを確認すると、さらに正確かつ適切な飼料設計を行うことが可能となる。適切なボ

ディコンディションであっても血糖値が低いと繁殖障害を引き起こすし、ペータリポたんぱく質が低いと卵巢静止により発情兆候を示さなくなる³⁾。

終わりに

繁殖検診は、個体治療を寄せて集めて注射を打つことではない。繁殖検診は繁殖障害が出ないようにするにはどうしたらいいか、可能な限り注射を打たないようにするにはどうしたらいいか、牛が牛らしく発情を示して治療なく繁殖供用されるようにするにはどうしたらいいかを達成するために行うものであり、そのためのデータを得るために超音波診断装置を用いた直腸検査が有用になる。個体を正しく診断することは正しい治療方針の決定に役立つし、予防を導くためのアイデアを与えてくれる。このような考え方の繁殖検診が広まっていくことでわが国の黒毛和種牛の繁殖成績は向上できると信じている。

引用文献

- 1) <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/attach/pdf/index-8.pdf>
- 2) Vasconcelos, J.L.M., Silcox, R.W., Lacerda, J.A., Pursley, J.R., Wiltbank, M.C. (1997) Pregnancy rate, pregnancy loss, and response to heat stress after AI at 2 different times from ovulation in dairy cows. *Biology of Reproduction*, 140.
- 3) 上松瑞穂、(2017) 黒毛和種繁殖雌牛の血液代謝プロファイルテスト、臨床獣医臨時増刊号、68-74

特集 超音波検査技術 3

胚移植時の超音波画像診断装置の利用

岩手大学農学部共同獣医学科 繁殖機能制御学研究室

金澤 朋美

1. はじめに

超音波画像診断装置（エコー）は牛の繁殖領域において飛躍的に普及し、卵巢や子宮のより詳細な観察が可能になりました。現在、日本国内の農場で使用されているエコーはBモードが主体です。人やペットで一般的に使われているカラードプラ法は、産業動物（牛や馬）においても1990年代からその利用が試みられています。以前はカラードプラモードを搭載したエコーは大型で据え置き式のものでしたが、最近では携帯型の機種が販売されていることから、徐々に普及してきています。

牛の胚移植（ET）時の受胚牛選定は、一般的に直腸検査やエコーにより黄体、卵胞と子宮を評価することで行われています。それに加えて、最近ではカラードプラ法により黄体血流を評価することが受胚牛選定に有効であることが分かってきました。

そこで本稿では、Bモードとカラードプラ法を使用した受胚牛選定について解説します。

2. Bモードによる受胚牛選定

Bモードは通常使用されている白黒画像です。プローブから出た超音波を臓器や組織が反

射し、プローブに戻ってきた反射波の強さを明るさ（輝度）として表示しています。Bは輝度（brightness）の略です。反射が強いもの（骨など）は白く、反射が弱いものほど黒く（水は反射がないため真っ黒）映ります。

1) 黄体の評価

ETに適した黄体の条件として、1) 十分なサイズであること（図1）；ホルスタイン種では長径20mm以上、黒毛和種牛では18mm以上、2) 柔らかく、3) 突起が明瞭であることが挙げられます。

また、ET時には囊腫様黄体のように内腔のある黄体によく遭遇します（図1B）。囊腫様黄体は、排卵後7日間以上、直径7-10mm以上の内腔が存在している黄体と定義されていて¹⁾、以前は受胎性低下の原因とされていました。しかし、近年では内腔の有無や内腔のサイズによって血中黄体ホルモン（プロジェステロン； P_4 ）濃度、受胎性および発情周期の長さに差がないとされています²⁻⁴⁾。ホルスタイン種では37-79%の牛で黄体内腔が認められ、多くの牛では排卵後21日までに内腔は消失しますが、妊娠初期（21～48日）まで残るものもあります¹⁻⁴⁾。特にETを実施する発情後7日前後は

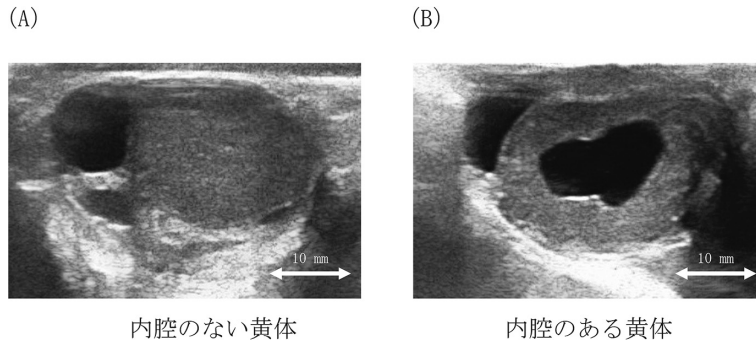


図 1 ET 時の黄体の評価 (B モード)

内腔のサイズが最も大きくなる時期であり²⁻⁴⁾、直径 10 mm 以上の内腔が認められることもあります。内腔の有無や内腔のサイズは ET の受胎率に差がないことが報告されているので¹⁾、ET の実施には問題ありません。ただし、内腔の直径が 20 mm 以上あり、黄体組織が薄い場合は ET の受胎率が低い⁴⁾ ので、ET は避けた方が良いと考えられます。

2) 卵胞の評価

以前は、ET 時に直径 10-20 mm の大きな卵胞があり、血中エストラジオール 17β (E_2) 濃度や E_2/P_4 比が高いと受胎率が低いとされてきました^{7, 8)}。しかし、ET を実施する発情後 7 日前後では 12-15 mm の卵胞が存在することが一般的です⁹⁾。機能的な黄体が存在していれば、15 mm 程度の卵胞があっても ET の実施には問題ありません。しかし、子宮収縮や子宮内の粘液貯留を伴い、血中 E_2 濃度が高いことが疑われる場合には除外します。

3. カラードプラ法とは

カラードプラ法は、ドプラ効果を利用し血液の流れをカラーで示します。黄体を映すと黄体の周りに赤色と青色のシグナルが見えます。これは、動脈と静脈を示しているのではなく、プ

ローブに近づいてくる血流を赤系色、遠ざかる血流を青系色で表していて、速度が速いほど明るく表示されます。

4. カラードプラ法を用いた黄体血流の観察

黄体は、体の中で最も血管に富んだ組織の 1 つで⁵⁾、卵巢動脈から分岐するらせん動脈が黄体を取り囲むように血管網を作っています⁶⁾ (図 2B)。この豊富な血管網は P_4 の合成と分泌に必要なため、黄体の血管形成は牛の妊娠の成立と維持に必要不可欠です⁷⁾。そのため、黄体血流は新しい黄体機能評価方法として着目されています。図 2 では、同じ妊娠黄体の B モード画像とカラードプラ画像を示しています。カラードプラ法を使用すると、らせん動脈とそこからお椀状に黄体を取り囲む血管網が観察されます (図 2B)。また、らせん動脈は卵巢実質を走行していて、黄体の突起に対して反対側 (真正面とは限らない) にらせん動脈の根元が見えます (図 3C)。

カラードプラ法を用いて黄体血流を観察するには注意が必要です。カラードプラ画像は、使用する機種や設定によって表示される血流シグナルの量に差があります。また、同じ黄体でも描出する部位によっても表示される血流シグナルが全く異なります。図 3 に、少しずつプロー

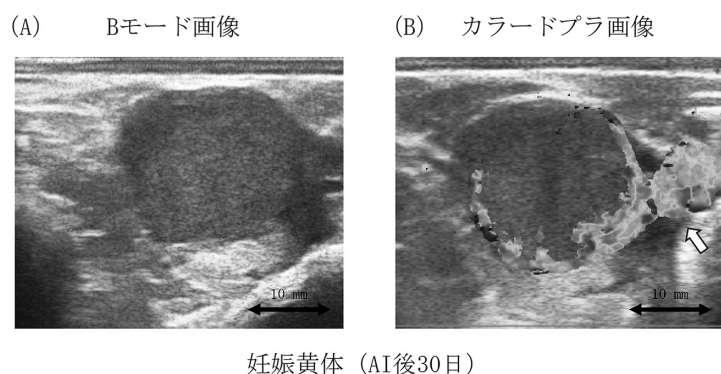


図 2 B モード画像とカラードプラ画像の比較
 ◀：らせん動脈

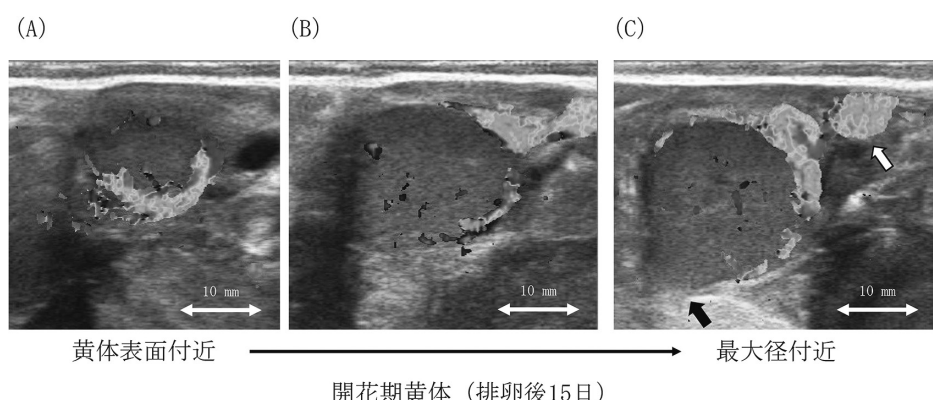


図 3 プローブの当て方によるカラードプラ画像の違い
 ◀：突起、◼：らせん動脈

ブの当て方を変えて同じ黄体を描出した画像を示しました。黄体表面（図 3A）では血流が多く表示され、最大径付近（図 3C）ではらせん動脈をはっきり表示することができますが、黄体周囲の血流は黄体の断面積に比較して少なく表示されます。そのため、プローブを少しずつ移動させて、黄体をくまなく観察してから血流を評価して下さい。

5. カラードプラ法による受胚牛選定

近年、ET 当日の黄体の血流が多い牛は受胎性が高いことが分かってきました^{8,9)}。ET 当日の B モード画像とカラードプラ画像を図 4（ホルスタイン種）と 5（黒毛和種）に示しました。画像を記録した後に ET を行い受胎した牛と受

胎しなかった牛の黄体の 1 例です。黄体サイズが正常である牛を比較した場合、黄体血流面積が大きい牛や黄体断面積に対する血流面積の割合が高い牛では、受胎率が高いということが分かっています^{8,9)}。さらに、黄体断面積に対する血流面積の割合が 40% 未満の牛では受胎率が低いと言われているため⁹⁾、黄体血流の評価が受胚牛選定に有用であると考えられます。ただし、「血流が少ない牛は絶対受胎しない」というわけではないので、受胚牛の順位付けや移植する胚を選択する際に血流評価を利用すると効果的であると考えています。

6. おわりに

カラードプラモードが付いているエコーは B

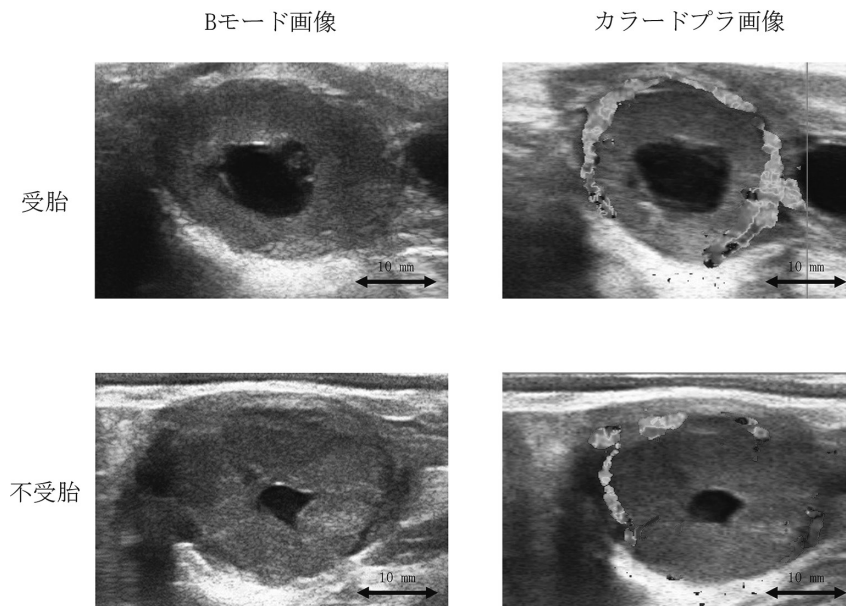


図 4 ET 時の黄体の評価 (ホルスタイン種)

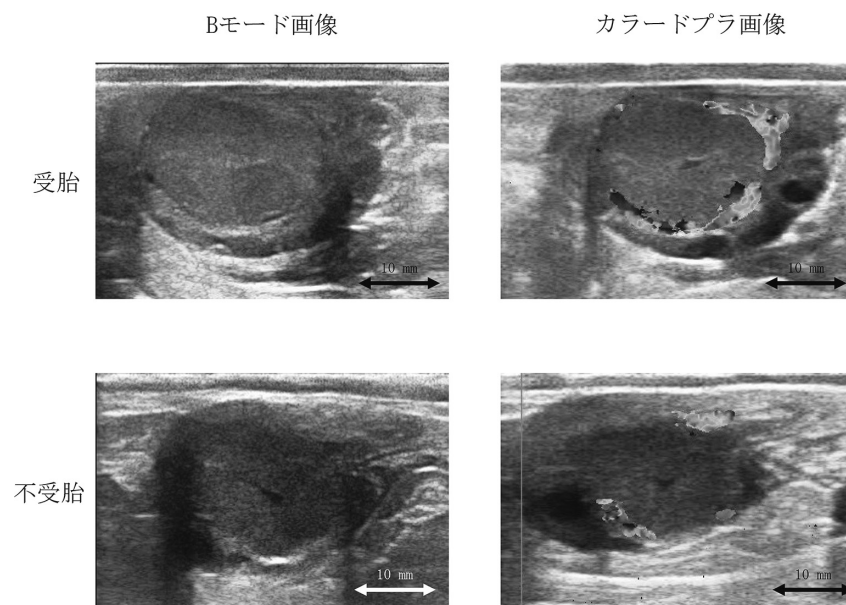


図 5 ET 時の黄体の評価 (黒毛和種)

モードのみのエコーに比べて高額であるため、これまで全国的には普及していませんでした。しかし、最近は価格を抑えた機種も販売されているので、これから使用される技術者も増えてくると思います。カラードプラを使用した方から、「うまく血流を写せない」と言われることがあります。確かに、慣れるまでは難しいです。最初はなかなか思った通りの画像を描出するこ

とも難しく、設定によっても画像は全く違うものになってしまうという問題点もあります。黄体血流を評価しやすい設定を見つけるためにも、血流評価を正しく行うためにも、じっくりと黄体にプローブを当てて練習しましょう。

引用文献

- 1) Garcia A and Salaheddine M (2000) Ultrasonic

- morphology of the corpora lutea and central luteal cavities during selection of recipients for embryo transfer. *Reprod. Dom. Anim.*, 35, 113–118.
- 2) Kito S, et al.(1986) Study on the appearance of the cavity in the corpus uteum of cows by using ultrasonic scanning. *Theriogenology*, 25, 325–333.
 - 3) Kastelic JP, Pierson RA, Ginther OJ(1990) Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrus cycle and early pregnancy in heifers. *Theriogenology*, 34, 487–497.
 - 4) Perez-Marin C (2009) Formation of corpus luteum and central cavities and their relationship with plasma progesterone levels and other metabolic parameters in dairy cattle. *Reprod. Dom. Anim.*, 44, 384–389.
 - 5) Wiltbank MC et al. (1988) Relationship between blood flow and steroidogenesis in the rabbit corpus luteum, *J. Reprod. Fertil.*, 84, 513–520.
 - 6) Yamada O et al.(1995) Microvascular changes in the bovine corpus luteum during pregnancy, *J. Vet. Med. Sci.*, 57, 75–79.
 - 7) Carr BR, MacDonald PC and Simpson ER (1982) The role of lipoproteins in the regulation of progesterone secretion by the human corpus luteum, *Fertil. Steril.*, 38, 303–311.
 - 8) Kanazawa T et al.(2016) Pregnancy prediction on the day of embryo transfer (Day 7) and Day 14 by measuring luteal blood flow in dairy cows, *Theriogenology*, 86, 1436–1444.
 - 9) Pugliesi G et al. (2019) Use of color-Doppler ultrasonography for selection of recipients in timed-embryo transfer programs in beef cattle, *Theriogenology*, 135, 73–79.

7. 黒毛和種牛における授精翌日の処置と受胎性の関係

鹿児島県 原田 忠
(曾於地区家畜人工授精師会)



I. はじめに

鹿児島県の畜産産出額は農業産出額の63%を占め、肉用牛の飼養頭数は34万1千頭、飼養戸数7,660戸と全国有数の畜産県である。近年は高齢化や後継者不足により農家戸数が減少傾向に推移しているが、1戸当たりの飼養頭数が増加に転じており年々規模拡大が進んでいる。また、子牛セリ市での子牛の評価は母牛の産子数が若いほど好まれる傾向にあるため、繁殖素牛の更新も進んできている。一方で、県内における2019年の肉用牛の平均分娩間隔は402.5日であり、繁殖経営の指標とされる「1年1産」には程遠い状況にある。このような状況の中、鹿児島県では2022年に本県にて開催が予定されている第12回全国和牛能力共進会へ向けての計画的交配や分娩間隔の短縮に県を挙げて取り組んでいる。

私が人工授精業務を営む曾於郡大崎町は鹿児島県の東部で大隅半島の東南部に位置し、太平洋に面した志布志湾沿岸の温暖な気候に恵まれ、完熟マンゴーやパッションフルーツなどの生産が盛んであり農業が主幹産業の町である(図1)。



図1 大崎町の概要とブランド牛「鹿児島黒牛」

また、農業産出額のうち畜産が79%のシェアを占めており、ブランド牛「鹿児島黒牛」の生産はもとよりプロイラーやうなぎの生産では日本一の企業の拠点でもある。そして、これらの特産品はふるさと納税の返礼品においても全国屈指の人気商品となっている。さらには、資源ごみのリサイクル率が全国の平均20%に対し本町は82%と12年連続で日本一を達成し、その取り組みは世界からも注目されている。

私は、2005年に鹿児島県立農業大学校を卒業し、父が営んできた人工授精業務を引き継ぎ、飼養戸数130戸、年間1,600頭の黒毛和種の人工授精と体内受精卵移植を行っている。日々の授精業務では、人工授精を依頼された牛が「1年1産」を達成するべく地域の臨床獣医師との連携で分娩間隔の短縮に取り組んでいる。

Ⅱ. これまでの取り組み

1. 発情の確認

農家からの発情の稟告を受け、発情発見の時間から計算しておよそ 12 時間から 18 時間後に農場へ伺い発情の確認を行う。発情の稟告を受けた牛の乗駕行動による尾根部の擦れ具合や、膣鏡とメトリチェックによる外子宮口の開き具合と粘液の状態の確認、そして左右の卵巣を直腸検査で触診し卵胞の有無を判断する。このタイミングで人工授精が早いと診断したものは、発情発見から 24 時間後に再訪問し人工授精を実施する。この時、膣腔内や外陰部から膿汁または膿性粘液が発見されたもの、卵巣を触診した際に卵胞嚢腫と診断したものはかかりつけの獣医師へ農家を通して治療を依頼する（図 2）。



図 2 メトリチェックによる粘液の状態の確認

2. 人工授精

私がこれまで行ってきた人工授精では、基本技術を繰り返し忠実に行うことを心掛け、消毒を徹底してきた。器具および外陰部の消毒にはアルコール綿花を使用し、膣鏡を用いて注入器の先端が膣壁に触れないように注意しながら外子宮口に挿入し、直腸膣法で子宮体へ注入している。凍結精液は、必ずストローを 37℃のお湯に 40 秒間浸して融解したものを使用している。

3. 日報と野帳の記録

人工授精簿とは別に、日付ごとに巡回した農家名や人工授精を実施した母牛名および使用した精液を記した日報と、人工授精を行った牛の情報や状態を記した野帳を人工授精時に活用している。これらを人工授精時に確認することにより、前回授精後の 20 日以内の再発情で異なる種雄牛の精液の使用防止や、トレサビリティの番号と牛の確認、個体ごとの発情傾向や産歴および治療歴を把握することができる。

4. リピートブリーダーと子宮内膜炎への対策

① 前述の手技で分娩後2回までの人工授精で受胎に至らなかった個体、あるいは② 粘液の状態をメトリチェックにて確認した際に粘液内にわずかな膿断片が見られたが人工授精を実施した個体については、人工授精の翌日に排卵確認を実施し、未排卵の場合は再授精を行う。排卵が確認された場合は、農家を通してかかりつけの獣医師に薬液注入もしくは子宮洗浄を依頼している。さらには、処置の内容を確認し記録している。

近年、潜在性子宮内膜炎について多くの研究がなされており¹⁾、また人工授精後の薬液注入による受胎率の向上が示唆されている²⁾。そこで、黒毛和種牛における授精翌日の処置と受胎性の関係について後向き調査を実施し、今後の分娩間隔の短縮に活用できないか検討した。

Ⅲ. 材料および方法

過去5年間（2015年から2019年）において人工授精実施の翌日に治療した個体を治療群（508回）、過去1年間（2019年）における無処置の個体を無処置群（1,617回）とし、合計2,125回の人工授精実施牛を供試対象として両群における受胎率を比較した。

治療に至る判断基準は、2回の人工授精で受胎しなかったもの、および発情時に粘液内に微量の膿断片を確認したが人工授精を実施したものとした。

また、治療群のうち子宮内に薬液を投与した群を薬液注入群（426回）、子宮洗浄した群を子宮洗浄群（82回）として両群の受胎率を比較した。なお、不受胎個体についてはその後の授精記録も追跡し、観察期間までに同一産次内に受胎に至らなかった個体を同一産次不受胎個体とし、その割合（同一産次内不受胎率）を両群間で比較した。

さらに、薬液注入群について抗生物質を投与した群を抗生物質群（72回）、イソジン投与群をイソジン群（354回）として、当該授精による受胎率、および同一産次不受胎率を両群間で比較した。

統計解析にはカイ二乗検定を用い、有意水準を5%未満、5%以上10%未満を有意傾向とした。

Ⅳ. 結果

治療群の受胎率は55.1%であり、無処置群の受胎率（75.4%）と比較して有意に低かった（図3）。

治療方法別の受胎率は、薬液注入群（56.8%）が子宮洗浄群（46.3%）と比較して高い傾向が認められた（図4）。

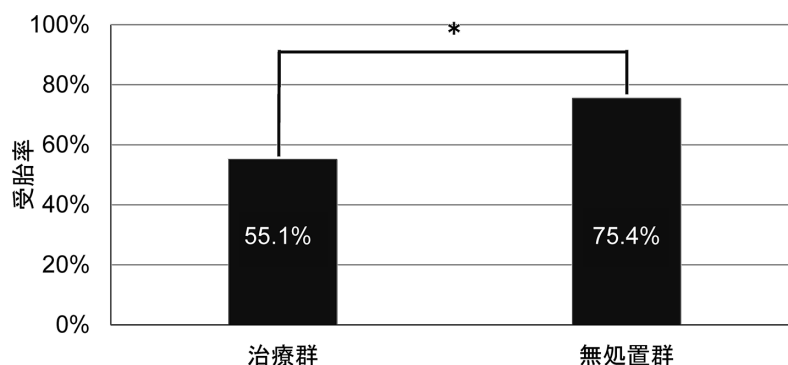


図3 治療群と無処置群の受胎率の比較 (* : $P < 0.01$)

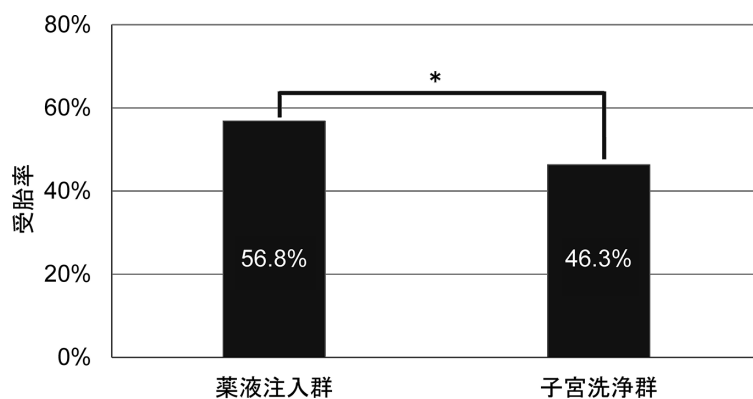


図 4 薬液注入群と子宮洗浄群の受胎率の比較 (* : P = 0.08)

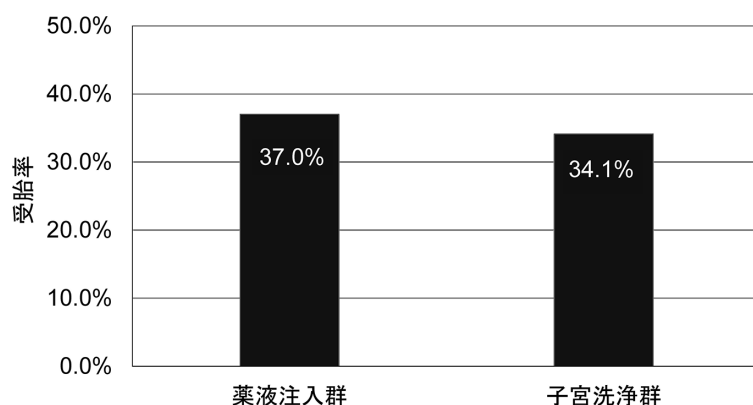


図 5 同一産次内受胎率の比較

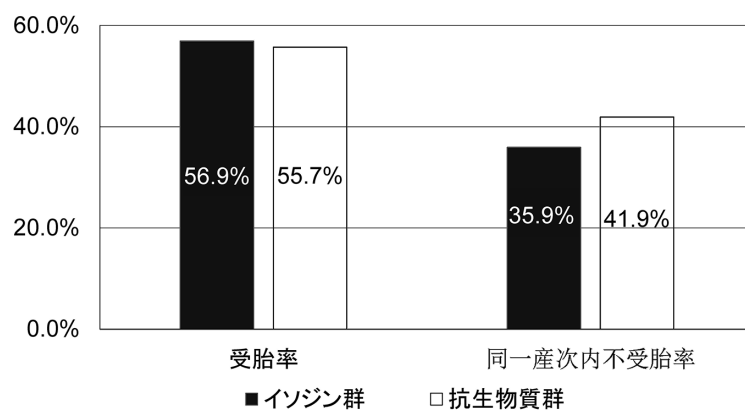


図 6 イソジン群と抗生物質群の比較

同一産次内の治療法別の受胎率は、2 群間に差は認められなかった（薬液注入群：37.0 % vs 子宮洗浄群：34.1 %；図 5）。

イソジン群の受胎率（56.9 %）は抗生物質群の受胎率（55.7 %）と差を認められなかった。さらに、その後の同一産次内の不受胎率についても同等であった（イソジン群：35.9 % vs 抗生物質群：41.9 %；図 6）。

V. 考察

無処置群は初回、2 回目までの人工授精における受胎率（75.4 %）を示しており、肉用牛における 1～3 回

目受胎率 50.1%（家畜改良事業団 H29 年受胎調査成績より）と比べ良好な結果が得られている。その後の 3 回目の人工授精実施時に卵胞嚢腫やその他明瞭な異常が認められない牛において処置（薬液注入、子宮洗浄）を行ったところ、55.1% の受胎率が得られた。子宮洗浄群に比べ、薬液注入群の受胎率が高い傾向がみられたことから、分娩後から 3 回目の人工授精時までにおいて子宮内感染があったのではないかと考えられる。

同一産次内受胎率において薬液注入群と子宮洗浄群との間に差は認められず、イソジン群と抗生物質群における受胎率、同一産次内不受胎率に差が認められなかったことから、不受胎の原因が子宮以外にも要因があることが示唆された。今回は無作為に処置方法が決定されており、超音波検査やサイトブラシによる子宮内環境の客観的評価に基づいた処置方法の決定が必要であることが考えられる。これらは授精師単独で判断出来るものではなく、獣医師と連携し適切な処置方法を決定する必要がある。現場では作業の煩雑性により、メトリチェックやサイトブラシによる検査は敬遠されがちである。メトリチェックは授精師、サイトブラシは獣医師が実施するなど役割分担を明確にし、お互いの情報を共有することが効果的な処置方法を決定し受胎率の向上に寄与するものと考えられる。

私達の地域では、分娩後 30 日～40 日に行うフレッシュチェックは普及していない。黒毛和種牛において早期離乳を実施していると、分娩後早期の発情回帰が確認されるため、フレッシュチェックの重要性が見落とされがちである。3 回目の人工授精や発情時の膿性滲出物が確認された時点での処置ではなく、より早期の処置開始が分娩間隔の短縮へ必要な手段であると考えられる。

今回、授精翌日の処置による受胎率の向上が示唆された。しかしながら、客観的評価による処置方法の決定が必要であることも明らかになった。今後は客観的評価方法を取り入れ、適切な処置方法により更なる受胎率の向上が出来るよう努力していきたい。

最後になりますが、今発表にあたり御指導頂きました宮崎大学農学部の大澤健司教授と佐々木羊介准教授に深謝致します。

参考文献

- 1) 大澤健司（2011）日本家畜臨床感染症研究会誌，6，115-121.
- 2) 秋田真司（2017）家畜感染症学会誌，6，27-33.

8. 受精卵移植時に黄体が小さい牛の原因はなにか

北海道 中村葉々
(本別町農業協同組合)



I. 目的

生産農家からの依頼を受けて受精卵移植を行う際、とくに未経産牛では黄体が小さく移植には不適合と判断し、技術者として移植を中止したいと考えるケースが多いと感じている。しかし、畜主には「人工授精では受胎しない」、あるいは「畜産クラスター事業で購入した受精卵だから移植したい」などの様々な意見があるため、最終的な判断を悩むことが多々ある。

「黄体が小さい」、あるいは「大きい」といった黄体サイズと受胎率との関連についての報告は多いが、黄体に大小があることが何に起因しているのかは明らかにされていない。

そこで、黄体が小さいことの原因を、日々の活動で得られた様々なデータを用いて調査するとともに、得られた情報から受精卵移植への取り組み方を考察することとした。

II. 材料と方法

調査は、月平均 40 頭の未経産ホルスタイン種に黒毛和種受精卵を移植している農家に協力をしてもらい、2020 年 1 月から 2020 年 4 月までの間に移植対象となった 135 頭について行った。

これらの受卵牛の直腸検査を行い、長径 2 cm 以下の黄体であった個体を「黄体の小さな牛」とし、全体の成績と比較した。

比較項目は、この農家で記録されている発情兆候を示した日、発情確認日、出血確認日、ならびに移植実施日から、発情周期、兆候の発生率、兆候ごとの受胎率を算出した。

III. 結果

直腸検査の結果、「黄体が小さい」と判断した個体は 12 頭であった。

(1) 発情兆候の割合および発情周期の違い

通常業務の中で移植予定を設定した牛の発情兆候の発生率を、農家の記録から調査した。

全体の結果では、発情確認のみが 53 % (71/135) と半数を占めており、次いで発情確認をした数日後に出血を目視で確認した個体が 31 % (42/135)、そして発情兆候が確認できず出血が確認でき、かつ排卵確認を行った牛が 16 % (22/135) という結果であった。

さらに、黄体が小さいと判断した牛では、発情確認のみが 75 % (9/12)、次いで発情確認後に出血を目視確認している牛が 17 % (2/12)、出血確認のみが 8 % (1/12) であり、多くが発情確認のみという結果であった (図 1)。

そこで、黄体が小さい原因と発情周期の関係性を確認するため、移植を行わずに次の発情周期を確認してみたところ、平均 21 日と変わらなかった。

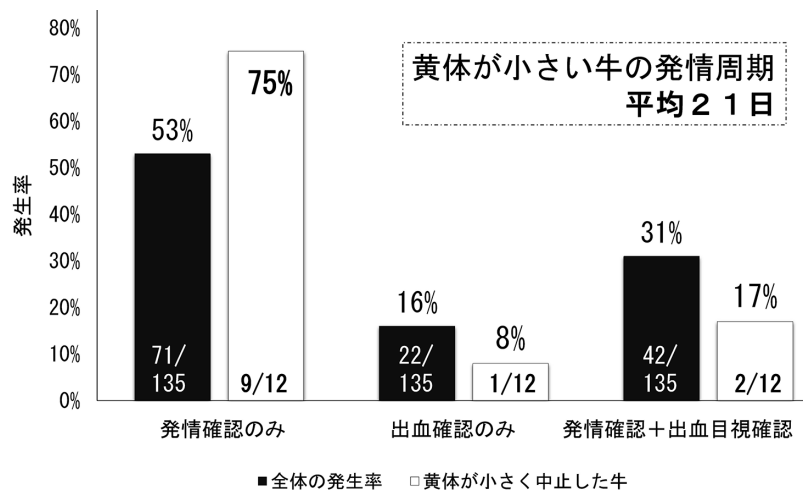


図 1 移植予定を組むまでの発情兆候割合・発情周期

(2) 発情兆候ごとの受胎率

黄体が小さい牛に対する移植は中止したため、全体頭数から 12 頭を除いた 123 頭を対象に、発情兆候ごとの受胎率を算出した。その結果、発情確認のみが 58%、出血確認のみが 52%、発情確認と出血を目視確認している牛が 70% と、発情と出血両方確認している牛が高い傾向にあった（図 2）。

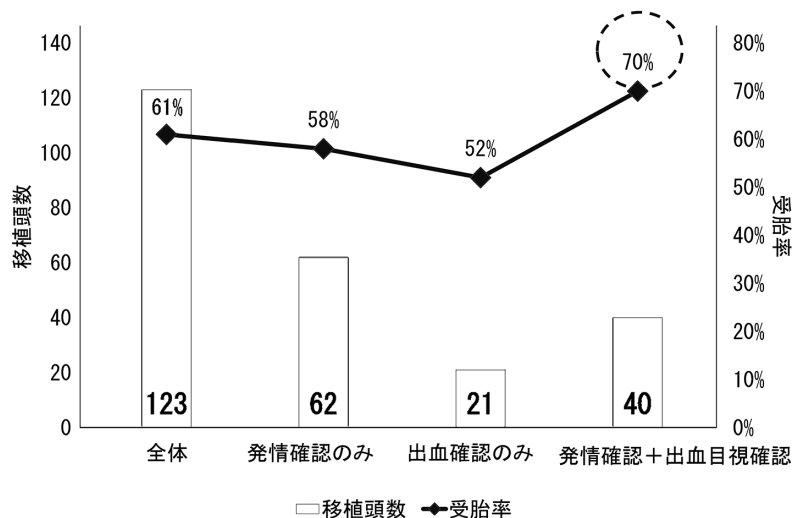


図 2 発情兆候ごとの受胎率

(3) 出血までの日数ごとの受胎率

発情兆候ごとの受胎率で最も高かった「発情と出血を両方確認している牛」について、発情確認後に出血を目視確認するまでの日数を調べたところ、1 日から 3 日と頭数のばらつきは少なかった。しかし、日数ごとに受胎率を算出したところ、1 日が 73% (8/11)、2 日が 89% (16/18)、3 日が 36% (4/11) と 3 日の受胎率が急激に低下していた（図 3）。

この結果から、排卵の時期に遅れが生じていることが関与しているのではないかと想定した。

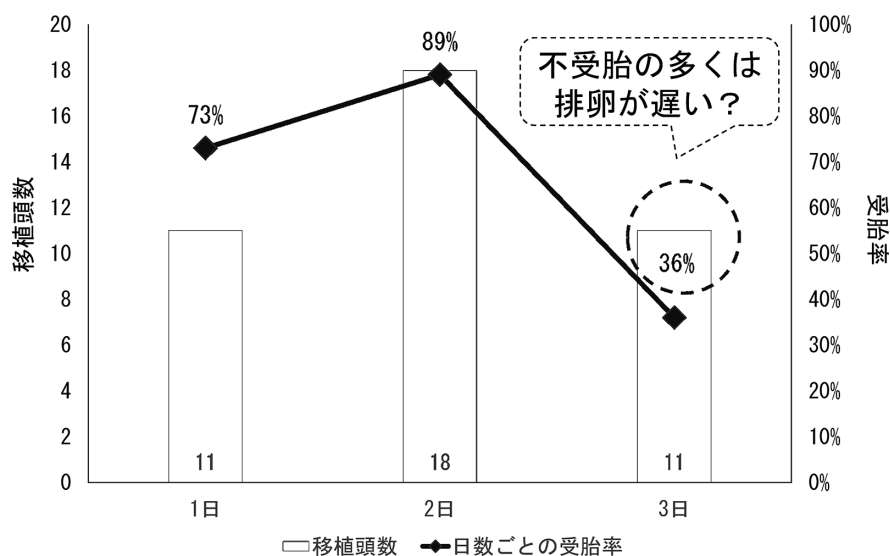


図 3 出血までの日数ごとの受胎率

(4) 移植予定日を遅らせた移植結果

黄体が小さいことのひとつの原因として、排卵が遅れたために移植予定日の黄体は若く小さい状態であった可能性があるのではないかと考え、黄体が小さい牛を移植予定日以降、連日触診して黄体の状態の変化を観察した。

すると、少しずつではあるが、黄体は大きくなる傾向が認められた。そこで、8日目で変化があった3頭へ移植を行ったところ、1頭が受胎した。

発情兆候の記録を確認したところ、不受胎の牛は発情のみの確認であったが、受胎した牛は発情と出血の両方を確認しており、発情から出血まで2日経過していた（表1）。

表 1 移植予定日を遅らせて移植

牛	ずらした日数	受精卵 ステージ	結果	予定を 組むまで
①	1日（8日目で移植）	4-1	受胎	発情＋ 出血
②	1日（8日目で移植）	5-1	不受胎	発情のみ
③	1日（8日目で移植）	5-1	不受胎	発情のみ

発情確認＋出血目視確認
出血までに「2日」経過していた。

Ⅳ. 考察

受精卵移植を実施する前の黄体確認を行った際、黄体が小さく移植には不適合と判断することがある。その原因を調べたところ、発情後の観察で出血が観察できたまでの日数が長い個体の多くが不受胎であった。そこで、移植予定日を延ばし、従来の予定日より遅らせて移植を行った個体で受胎が得られた。これらの結果から、移植予定日に黄体が小さかった個体は排卵が遅れたことにより、移植予定日当日では黄体が若い可

能性があると考えられた。

これまで、移植予定日の設定には発情確認日を基準とする例が多く、排卵確認をしていない場合が多かった。一般に、受胎率を向上させるための方法として、これまでの多くの報告では発情後日数と受精卵のステージを合わせることが良いとされていることから、移植予定日を計画する際には、発情確認と排卵確認をした後に移植予定を設定することが重要であることが改めて確認できた。

さらに、受卵牛の黄体が小さく移植対象から除外すると判断する場合でも、連日触診することにより移植予定日以降に移植が行える可能性が示された。

～質問と回答～

Q. 発情行動のみ基準とする移植日決定よりも、出血観察によって、より適した移植日がわかることを示唆する興味深い発表でした。発情観察時に一斉に排卵誘起を行うことは、省力化の観点から有意義であると考えられますか？

A. ホルモン処置等で排卵誘起を行うことは省力化になると思います。ですが、頭数が多いのでなかなか取り入れられないと思います。もし研究を通して取り入れるとするなら、発情確認のみで2日目まで出血が確認されない場合に排卵誘起を行うのがいいのではないのでしょうか。

Q. 「出血」イコール「排卵確認」とは限らないのではないのでしょうか？それとも全頭触診したのでしょうか？黄体が小さかった12頭のうち、「8日目に変化があった3頭へ移植を行った」とのことですが、残りの9頭の黄体には大きさの変化を認めなかったということでしょうか？だとすれば、それはどういう状態だったとお考えでしょうか？

A. 研究協力農家、授精師としても出血＝排卵確認とは考えていません。協力農家では、出血をしていても発情行動を見せない、発情がありそうだったなどがあるため、出血すべてが排卵出血とは考えていません。

黄体が小さい牛の残りの9頭ですが、次回移植予定日でも黄体が小さい牛は移植した牛を含めると5頭でした。残りの牛は、次回移植予定日には、通常通り移植を行えるくらいの黄体でした。

次回移植予定日でも黄体が小さい牛で、移植を行えなかった2頭は、10日目まで見ても、大きさは変わっていないのですが、排卵点では進みすぎていくようになり、移植を中止にしました。

9. 牛体の衛生状況が繁殖成績へ与える影響

北海道 白井 志
(釧路家畜人工授精師協会技術研究部会)



I. はじめに

牛体の衛生状況、とくに乳房の汚れは乳房炎の発症につながるということがわかっている。また、乳房炎と繁殖成績についても Schrick ら (2001) や Santos ら (2004)、Klaas ら (2004) など多くの研究者によってその関連性が報じられている。

本研究では牛体の衛生状況と乳房炎、乳房炎と繁殖成績に関連性があることから、牛体の衛生状況と繁殖成績の関係について調査を行った。

II. 材料と方法

釧路管内 79 農場 (つなぎ牛舎/52 農場 フリーストール/27 農場) において、牛体衛生スコア (米・ウィスコンシン大 N.B. Cook ; 表 1) を参考に、スコア 1 をきれい、スコア 2 および 3 を普通、スコア 4 を汚いとし 3 段階で個体の部位を評価した。大腿・下肢・乳房の 3 項目中 2 項目以上がきれいな個体をきれいな牛、3 項目中 2 項目以上が汚い個体を汚い牛、どちらでもない個体を普通の牛とした。牛群内の各評価の割合によってきれいな牛の割合×5 点、普通の牛の割合×3 点、汚い牛の割合×1 点として牛群の合計点数が 25 点以下を汚い群、26～35 点を普通群、36 点以上をきれい群とした。

牛群検定 WEB システム DL 総合グラフ (令和 2 年 6 月期データ) を用いて各牛群の繁殖項目および乳質項目の成績を比較した。

表 1 牛体衛生スコア

項目	評価	スコア	評価ポイント
大腿	きれい	1	糞便がみられない
	普通	2	少量の糞便の跳ね返りがみられる
		3	糞便が明らかにまだら状にみられるが、毛は識別できる
	汚い	4	糞便がべったりと付着している
下肢	きれい	1	蹄冠部の上部に糞便がほとんどない
	普通	2	蹄冠部の上部に少量の糞便の跳ね返りがみられる
		3	蹄冠部上部に糞便が明らかにまだら状にみられるが、肢の毛は識別できる
	汚い	4	飛節に向かって糞便が一様にみられる
乳房	きれい	1	糞便がほとんどない
	普通	2	乳頭の近くに少量の糞便の跳ね返りがみられる
		3	乳房下部の半分に糞便が明らかにまだら状にみられる
	汚い	4	乳頭の上や周りに糞便がまだら状にみられる

Ⅲ. 結果

図1に繁殖9項目、図2に乳質5項目の平均要改善項目数と要改善項目がなかった農場の率を示した。

つなぎ牛舎では繁殖・乳質ともにきれい群・普通群に対して汚い群は要改善項目が多い傾向にあった。また、繁殖項目ではきれい群・普通群では要改善項目が0の農場が存在していたが、汚い群ではすべての農場で要改善項目があった。フリーストールでは繁殖・乳質ともにきれい群・普通群に対して汚い群は要改善項目が若干少ない傾向にあるがほぼ差は見られなかった。また、繁殖・乳質ともに各群に要改善項目が0の農場が存在していた。つなぎ牛舎に対しフリーストールは繁殖・乳質ともに平均要改善項目数が少ない傾向にあった。

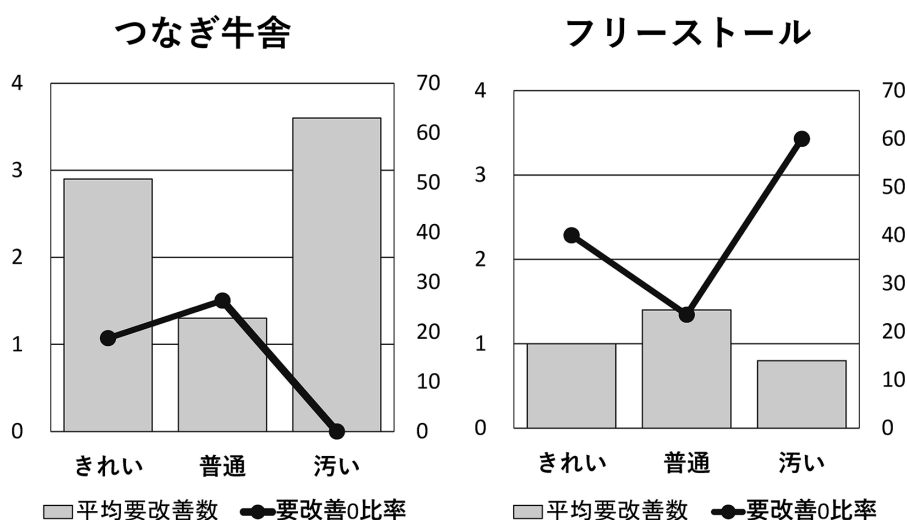


図1 繁殖9項目 要改善比較

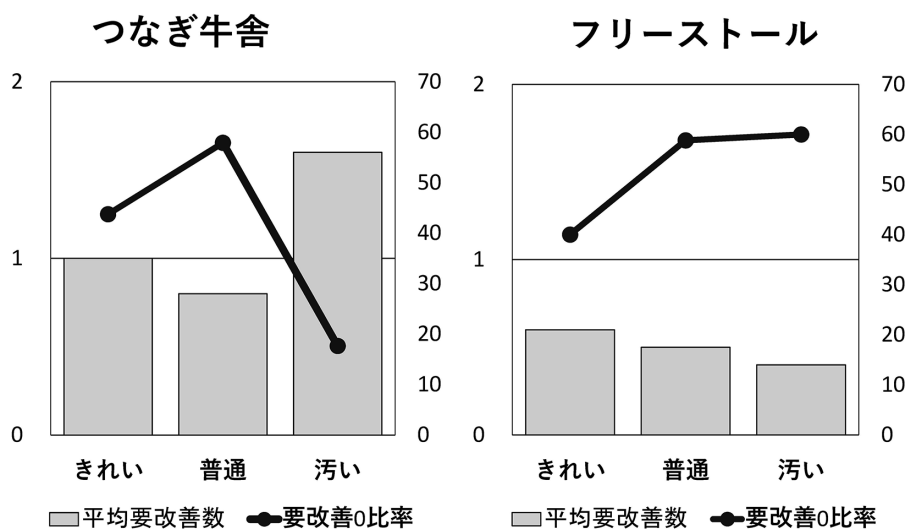


図2 乳質5項目 要改善比較

つなぎ牛舎において差がみられることから、つなぎ牛舎における繁殖9項目の要改善農場率の内訳を図3に、乳質5項目の要改善農場率の内訳を図4に示した。

繁殖9項目においてきれい群に対して汚い群は100日以上未授精割合・初回授精受胎率・2回目以降受胎

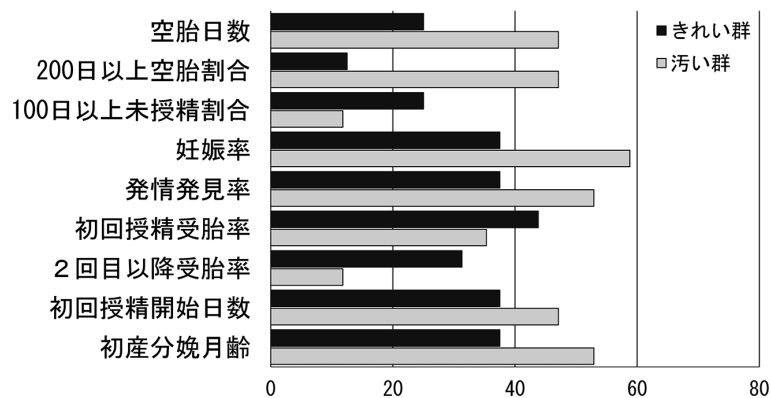


図 3 つなぎ牛舎における繁殖 9 項目の項目別要改善率比較

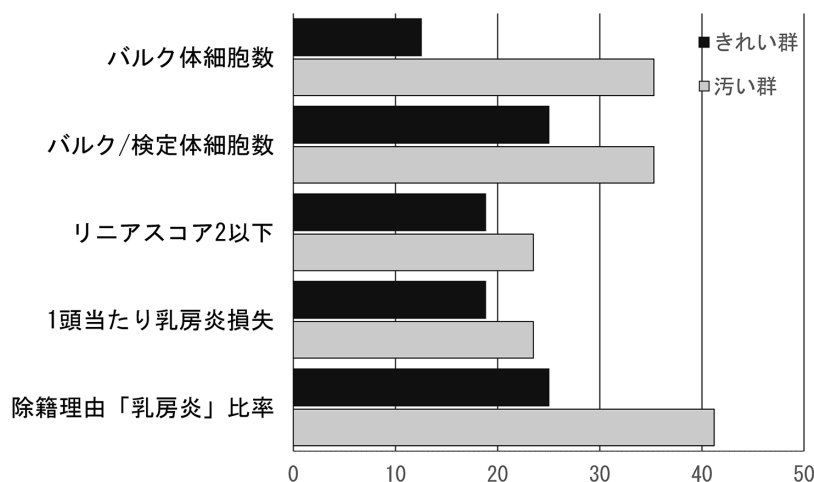


図 4 つなぎ牛舎における乳質 5 項目の項目別要改善率比較

率では要改善率が低く、他 6 項目では要改善率が高い傾向にあった。とくに、空胎日数・200 日以上空胎割合・妊娠率の 3 項目で大きく要改善率が高かった。また、乳質 5 項目においてきれい群に対して汚い群はすべて要改善率が高い傾向にあった。

Ⅳ. 考察

牛体の衛生状況は、牛床など環境的な衛生状況の影響を受けやすい。

つなぎ牛舎では牛の休息場所と搾乳場所が同一であることから、環境的な衛生状況の悪化≡牛体の衛生状況の悪化が搾乳時の衛生状況に直結しやすく、乳質の低下・乳房炎の増加を招き、繁殖低下につながっているのではないかと推察される。

一方、フリーストールでは休息場所と搾乳場所は別であり、搾乳時の衛生状況が糞尿の影響を受けづらく、乳質の低下・乳房炎の増加を食い止め、繁殖低下を抑制しているのではないかと推察される。

きれい群に対して汚い群は受胎率に問題を抱える農場が少ないにも関わらず、空胎日数・200 日以上空胎割合・妊娠率に問題を抱える農場の率が高い傾向にあった。これらの項目には発情発見率が大きく関係し、きれい群に対して汚い群は発情発見率に問題を抱える農場の率が高い傾向にあった。

発情発見率には人的要因・牛的要因など様々な事柄が影響するが、衛生状況の悪化もその要因の一つとな

ると考えられる。衛生状況の悪化からもたらされる乳房炎は牛に炎症反応に対するストレスを与え、作業者には作業の増加により発情発見に費やせる時間を奪うと推察される。また、牛体の汚れが体温低下やかゆみ等のストレスの原因となり、発情鈍化につながる事が推察される。つなぎ牛舎ではスタンディングなどの行動による発情発見より粘液での発情発見が主となりやすい中、牛床の汚れは粘液の発見にも支障をきたすのではないかと推察される。

本研究においてフリーストールでは牛体の衛生状況による繁殖・乳質への影響は見られなかったが、つなぎ牛舎では影響となりえることが推察された。

農場ごとに環境が異なるため牛体の衛生状況が悪化する要因はそれぞれではあるが、こまめな除糞・敷料交換で牛床を衛生的に保つ、暑熱対策を徹底することで体熱冷却のために糞尿などの上に横臥することを減らす、パーテーションすることで隣の牛床に糞尿をさせないようにするなど可能なことから対策を行うことで牛体を衛生的に保つことが必要と考えられる。

衛生的な環境は牛体を衛生的に保ち、牛にとって快適であるとともに、そこで働くものすべての作業を快適にすると考えられる。快適に作業を行える環境は作業に対する意欲の向上にもつながり、目に見えないプラスの要因として農場を支える原動力になると考えられる。

参考文献

- 1) 及川 伸・中田 健 (2018) DAYRYMAN 臨時増刊号, 152-162.
- 2) 鈴木達行 (2009) 畜産の研究, 635, 521-529.
- 3) 富田大祐 (2014) MASTITIS CONTROL II.
- 4) 中村明弘 (2017) ネット農業あいち.
- 5) 森田茂ら (2012) 酪農学園大学紀要, 36, 229-232.

家畜における胚生産と胚移植の統計 (2019 年)

《IVD 胚から IVP 胚への生産様式の転換》

By Joao Viana, Chair – IETS Data Retrieval Committee
(henrique.viana@embrapa.br)

In: Embryo Technology Newsletter, Vol. 38, No. 4, 2020.

訳：日本胚移植技術研究会 小島敏之、牛島 仁、橋谷田 豊

1. 全体の概要

IETS Data Retrieval Committee（以下、DRC；データ検索委員会）は、2019 年の胚移植(ET)に関する活動データを世界中から集め、2020 年にまとめて第 29 回年次報告書として以下に示す。

2020 年、データ提供国の数は 2019 年と比べてわずかながら減少した (39 vs. 42；表 1)。これはヨーロッパ（ボスニア・ヘルツェゴヴィナ、エストニア、ハンガリー、ポーランド、ウクライナ）から報告がなかったことが原因である。

アジア地域は世界の趨勢と大きなギャップを生じており、アジア地域 48 カ国からわずか 2 カ国からの報告があったのみで、大型家畜の数が多くインドや中国および ET 産業が活発な日本のデータを集めることができなかった。

中米のデータは南米のデータとまとめて示したが、多くのカリブ海諸国の ET 活動記録が欠如しているため、これらの地域でデータを報告している割合が比較的低い結果になっている (25.0%)。実際のところ、南米諸国の 8/13 カ国 (61.5%) が 2020 年に ET に関するデータ

表 1 胚移植に関するデータを提供した国の数と割合（地域別及び動物種別）

地 域	牛		その他 (IVD+IVP) ¹				% 当該地域内の割合
	IVD	IVP	馬	羊	山羊	その他 ²	
アフリカ	1	1	0	0	0	0	1.9 (1/54)
アジア	1	0	0	0	0	1	4.2 (2/48)
ヨーロッパ	21	10	6	8	2	3	46.8 (22/47)
北米	3	3	3	2	2	3	100.0 (3/ 3)
大洋州	0	1	0	1	0	1	14.3 (2/14)
南米 ³	3	8	2	1	1	0	25.0 (9/36)
計	29	23	11	12	5	8	19.3 (39/202)

¹ IVD：生体内由来胚；IVP：体外受精由来胚

² 鹿、豚、バフファロー

³ 南米および中米

を提出した。

2019 年における主要な 4 つの家畜での世界の ET 産業の実績値を、表 2（総胚生産個数／総胚回収個数）および表 3（移植された胚の個数）に要約する。

2014 年以降、初めて前年に比べ牛の総胚個数が減少した（1,419,336 個 vs. 1,499,367 個；-5.3 %）。全体の個数の減少は、IVD 胚の個数が顕著に減ったことによるもので（378,769 個 vs. 469,967 個；2018 年比、-17.5 %）、牛胚の生産様式が IVD (*in vivo* derived) 胚と IVP (*in vitro* produced) 胚に分岐する傾向がみられた。

一方、IVP 胚の生産はプラトーンに達した（1,031,567 個 vs. 1,029,400 個；2018 年、+0.2 %）。

牛の IVD 胚の回収個数の減少は、すべての地域で共通してみられた現象であった。牛において IVP 胚個数が増えて IVD 胚個数を追い越す生産様式の変化は、IVP 胚割合の増加によるものであり、2018 年ではすべての移植可能胚の 68.7 % であったのが、2019 年には 72.7 % に増加している。牛の ET データを報告した 36 カ国のうち、23 カ国（63.9 %）が体外胚の生産（IVEP；*in vitro* embryo production）を報告している。

同じような状況は、羊と馬でもみられた。羊と馬で移植可能胚の総個数は増加したが（それぞれ、+19.9 % および +31.6 %）、最も顕著な変化は IVP 胚の個数でみられた（馬で 2,453 個

表 2 2019 年に生産された移植可能な IVD 胚および IVP 胚の地域別データ
(牛、馬、羊、山羊)

地 域	牛		馬		羊		山羊	
	IVD	IVP	IVD	IVP	IVD	IVP	IVD	IVP
アフリカ	4,413	3,645	0	0	0	0	0	0
アジア	94	0	0	0	0	0	0	0
ヨーロッパ	124,892	62,009	1,044	3,722	1,078	142	897	748
北米	218,926	525,078	1,665	1,015	8,295	914	7,754	0
大洋州	0	10,480	0	0	2,805	0	0	0
南米	39,444	430,355	19,489	1,566	10,196	81	74	0
計	387,769	1,031,567	22,198	6,303	22,374	1,137	8,725	748

表 3 2019 年に移植された IVD 胚および IVP 胚の地域別データ（牛、馬、羊、山羊）

地 域	牛		馬		羊		山羊	
	IVD	IVP	IVD	IVP	IVD	IVP	IVD	IVP
アフリカ	3,077	3,233	0	0	0	0	0	0
アジア	44	0	0	0	0	0	0	0
ヨーロッパ	99,697	47,010	1,183	561	1,904	142	64	33
北米	181,301	335,758	3,106	1,558	7,675	0	7,102	914
大洋州	0	10,031	0	0	2,735	0	0	0
南米	35,842	401,158	19,257	1,445	10,196	81	74	0
計	319,961	797,190	23,546	3,564	22,510	223	7,240	947

から 6,303 個、+157.0%；羊で 512 個から 1,137 個、+122.1%；いずれも 2018 年と 2019 年の比較）。

2018 年には、IVP 胚は馬の総胚個数の 10.3% および羊の総胚個数の 2.9% を占めるだけであったが、2019 年にはそれぞれ 22.1% および 4.8% を記録した。この傾向は、山羊の胚ではみられず、2018 年と比較して IVD 胚および IVP 胚ともに減少した（それぞれ -0.9% と -8.6%）。しかし、山羊では 5 ヶ国のみから胚移植データの報告があっただけである。この数値は実際よりも少ないと思われ、山羊における動向を正確に分析することを不可能にしている。

興味深いことに、2019 年に移植された牛胚の個数は 2018 年よりもわずかに減少した（1,117,151 個 vs. 1,129,041 個；2018 年、-1.1%）。回収されて移植された IVD 胚の割合はほぼ同じ割合で減少したが（それぞれ、-17.5% と -17.1%）、移植された IVP 胚の個数は 7.3% 増加した。つまり、2019 年には 2018 年と比べて、より多くの IVP 胚が移植された（それぞれ、77.3% vs. 72.2%）。

この傾向は、すべての地域で観察された。生産された IVP 胚の個数と移植された IVP 胚の個数の間の差異は、南米ではより小さくなった。南米では、生産された IVP 胚の個数は北米よりも少なかったにも拘わらず、移植された IVP 胚の個数では勝っており、2018 年の状況と同様であった。

凍結 IVD 胚の使用において、有意な変化は検出できなかった（2019 年；60.8% vs. 2018 年；60.1%）。それとは逆に、移植された凍結 IVP 胚の割合は 2018 年の 26.8% から 2019 年の 43.9% に増加し、2013 年から 2017 年までみら

れていた傾向に戻った。

要約すると、2018 年の世界の牛 ET 産業は IVD 胚と IVP 胚の生産様式の分岐傾向が特徴であった；IVD 胚の生産個数と移植個数が減少したのに対し、IVP 胚の移植個数が増加した。

超低温保存されたものだけではなく、実際に移植された IVP 胚の割合が増加したが、胚生産全体が増加したわけではなく、世界中で IVEP システムの採用が進展したことを示唆している。さらに、羊と馬でも IVP 胚の総個数は有意に増加した。

2. はじめに

DRC は、家畜における ET 産業の統計数値を集めて解析して発表する役割を担う IETS 所属の委員会である。今年、DRC は 2019 年の IVD 胚の回収と移植、および IVP 胚の生産と移植に関する世界中の ET 活動に関するデータを提供する第 29 回年次報告書を作成した。この報告書に示された結果は、DRC のミーティングで議論され、次年度の胚移植データ収集のあり方を決定するのに利用されることになる。

3. データの集計方法

データ収集は、Perry (2014) が過去の報告書で用いた標準的な方法に従った。

要約すると、ET 活動は各国のデータ収集者によってそれぞれの国を代表して報告されたか、あるいは実務家や企業（例えば、IVEP ラボ）の代表者から個別に報告されたもののいずれかであった。いくつかの国のデータ収集は、国家の胚移植／胚生産に関する協会とリンクしていた：アルゼンチン（アルゼンチン ET 学会；SATE）、ブラジル（ブラジル ET 学会；

SBTE)、カナダ (カナダ ET 協会、CETA)、メキシコ (メキシコ ET 学会; META)、パラグアイ (パラグアイ家畜繁殖学会; APRA)、ペルー (ペルー家畜繁殖学会; ASPRA)、米国 (米国 ET 協会; AETA)。

EU 加盟国およびその他のヨーロッパ諸国では、データはヨーロッパ ET 協会 (AETA) に代わって地域のデータ回収者によって提供された。データはまた、海外で働いている ET チームや ET 企業から報告される場合もあった。2~3 の国では、これは ET 活動の情報を得る唯一の情報源であった。

これに対して、チームや企業から寄せられるデータが地域の代表機関により報告されているデータと同様であった場合、重複を避けるためにそのデータは採用されなかった。地域のデータ回収者および地域の協力者の最新のリストは、Appendix 1 (注: 本稿では省略) に掲載した。

データは、それぞれの国のデータ収集者によって直接 IETS のウェブサイトにはアップロードされるか、もしくは DRC の Chair に送られた。

こうして集まったデータベースを制御するソフトウェアは、データ提出用紙に明示された基準によってまとめられたデータが入ったマイクロソフト Excel.csv ファイルにまとめられた。

結果の要約は、表 4~表 14 に地域、技術 (IVD あるいは IVP) あるいは動物種によって分類して示されている。南米の数値には、南米と中米の諸国から集められたデータが含まれている。各国の詳細な情報は、Appendix 2~Appendix 6 (注: 本稿では省略) で閲覧できる。

データはまた、図 2~図 5 で示されている年次ごとの推移を考察するのに用いられた。

4. 結果

データ検索

DRC は、過去数十年にわたって主に地域の ET 協会の努力、および地域のデータ収集者のご厚意によりヨーロッパとアメリカ大陸の ET データを回収してきた。

IVP 胚の集計結果は、IVEP ラボの協力により数字を開示した。これらの地域の包括的な ET データは、何年にもわたって ET 産業の主要で特徴的な傾向を表してきた。

2019 年、北米の全地域 (3/3; 100%)、南米の大多数 (8/13; 61.5% [中米を除く]) およびヨーロッパの代表的な国々 (22/47; 46.8%) を含む計 39 カ国 (図 1) からデータを集めることができた。

データを報告してきた国の数に多少の変動があることは予想でき、これはデータ収集と報告に問題があったというよりも、むしろカリブ海諸国や東ヨーロッパのようなあまり ET 産業が活発でない地域における変化を反映している。

実際のところ、2018 年にデータの報告があったヨーロッパの国のうち、2019 年に報告がなかった国は、2018 年にヨーロッパで記録された総胚個数のわずか 1.3% (2,565/193,096) を占めるのみであった。

同様に、南アフリカを除くアフリカでは ET はほとんど利用されていないか、黎明期かのいずれかである。アフリカ大陸からの報告数が低いのは、この地域の真の姿を反映しているように思われる。

これに反して、大洋州とアジア地域からのデータの報告には一貫性に欠け、これらの地域の実像をばやけたものになっている。文化面、規制面、ET 協会の欠如、あるいは学会の関与の

されている技術であり、ET データを報告している 36 カ国のうち 29 カ国（80.1 %）で報告がある。これに対して、IVD 胚の個数は 2015 年以降減少し続けており、2019 年の数値は 2018 年より 17.5 % 低くなった（それぞれ、387,769 個 vs. 469,967 個）。移植可能な IVD 胚も、それと比例して減少した（それぞれ、319,961 個 vs. 386,133 個；-17.1 %）。回収された IVD 胚個数の減少は、広範にみられた：アフリカで -33.6 %、アジアで -42.0 %、ヨーロッパで -11.6 %、北米で -19.0 %、そして南米で -16.6 % を示した。

過剰排卵の効率において大きな変化はみられず、胚回収 1 回当たりの卵子および移植可能胚の推定個数は比較的安定していた（それぞれ、2019 年の 10.5 および 6.4 vs. 2018 年の 10.2 および 6.2、2017 年の 10.6 および 6.4）。

2018 年と同様、2019 年も北米では米国が回収された IVD 胚の過半数を生産した（56.5 %）。米国では IVD 胚の個数は 2018 年と比べて 18.2 % 減少したが、それでも世界の総合計の 43.3 % を占めている。北米および南米の IVD 胚の過半数は肉用種（それぞれ、68.3 % および 62.8 %）由来で、ヨーロッパにおける乳用種が優勢な状況と対照的である（99,199 個／124,892

個；79.4 %）。性選別精子は乳用種が優勢で（84.4 %）、全回収例の 18.6 % に用いられた。

2019 年における IVD 胚の移植の実績を表 5 に示す。IVD 移植可能胚の個数の減少はすべての地域にみられた。しかしながら、凍結融解胚の移植個数の全移植胚数に占める比率（60.8 % vs. 60.1 %；2018 年）や、実際に移植された生存胚の総個数の比率（82.5 % vs. 82.2 %；2018 年）に顕著な変化はみられなかった。超低温保存胚の移植は、主に肉用種で多用されている（69.5 % vs. 50.6 %；乳用種）。

4.1.2 牛、IVP 胚

IVP 胚を報告している国の数は、2018 年の 29 カ国から 2019 年の 23 カ国に減少したが、これは主にヨーロッパでの減少が原因である（10 カ国 vs. 17 カ国；2018 年）。それでも、ヨーロッパの IVP 胚の個数はほとんど変化がない（61,816 個 vs. 62,009 個；-0.3 %、2018 年）。IVD 胚と IVP 胚の両者を報告している国の半数（9/18）では、IVEP は胚の主要な供給源である；これらの国は、2019 年に世界中で報告された牛 IVP 胚の 88.7 % を生産している。

2019 年における IVP 胚生産の実態を表 6（OPU によって回収された卵子）と表 7（食肉

表 5 牛 IVD 胚の地域別移植の実態

地域／国	新鮮胚			凍結融解胚(国内調達)			凍結融解胚(輸入)			移植 合計
	乳牛	肉牛	未分類	乳牛	肉牛	未分類	乳牛	肉牛	未分類	
アフリカ	5	1,323	0	9	1,098	0	0	642	0	3,077
アジア	42	0	0	2	0	0	0	0	0	44
ヨーロッパ	39,986	4,609	0	34,003	18,107	0	2,095	897	0	99,697
北米	27,788	37,451	0	29,310	86,348	0	116	288	0	181,301
大洋州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南米	5,320	9,050	0	9,320	12,094	0	48	10	0	35,842
計	73,141	52,433	0	72,644	117,647	0	2,259	1,837	0	319,961

表 6 OPU により回収された卵子を用いた IVP 胚生産（地域別）

地域／国	ドナー			卵子			移植可能胚		
	乳牛	肉牛	計	乳牛	肉牛	計	乳牛	肉牛	計
アフリカ	0	365	365	0	14,544	14,544	0	3,272	3,272
アジア	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨーロッパ	15,411	2,523	17,934	189,270	37,474	226,744	48,478	11,433	59,911
北米	91,765	30,607	122,372	1,408,178	728,199	2,136,377	296,136	224,844	520,980
大洋州	560	1,307	1,867	10,903	25,441	36,344	3,144	7,336	10,480
南米	25,192	37,374	62,566	500,291	755,918	1,256,209	177,903	238,134	416,037
計	132,928	72,176	205,104	2,108,642	1,561,576	3,670,218	525,661	485,019	1,010,680

表 7 食肉処理場由来卵巣から回収された卵子を用いた IVP 胚生産（地域別）

地域／国	ドナー			卵子			移植可能胚		
	乳牛	肉牛	計	乳牛	肉牛	計	乳牛	肉牛	計
アフリカ	0	143	143	0	2,343	2,343	0	373	373
アジア	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨーロッパ	662	204	866	7,499	2,017	9,516	1,449	649	2,098
北米	0	60	60	14,316	5,650	19,966	3,013	1,085	4,098
大洋州	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南米	0	2,860	2,860	0	71,590	71,590	0	14,318	14,318
計	662	3,267	3,929	21,815	81,600	103,415	4,462	16,425	20,887

処理場由来の卵巣から採取した卵子）に示す。

2019 年の IVP 胚の個数は、2016 年から 2017 年にかけてみられた過去の増加率（+48.9%）と比べて、2018 年（+2.6%）のゆっくりとした増加率を引き継ぎ、横ばいとなった（1,031,567 個 vs. 1,029,400 個；+0.2%、2018 年）。2018 年と比べると、ヨーロッパで+0.3%、北米で+4.2%、南米で-4.0%という具合に、主要な代表地域の間でわずかな変化にとどまった。

米国は 2018 年にみられた増加率（5.3%）と同様に、2019 年でも 5.0% の増加をみせ、IVEP で世界の頂点に立った。過去 5 年間に於いて、米国の IVEP は 145% 増加し、年当たり平均 29.0% であった。

一方、IVP 胚の個数で世界 2 位のブラジルか

らの報告数は、2019 年には 13.1% 減少した（299,870 個 vs. 345,125 個；2018 年）。過去 3 年間にわたってブラジルで販売された ET 用シース管の数と胚の報告記録との差異が大きくなっているため、未報告の ET 活動が増加したことを示唆している。特に、ブラジルの育種登録協会に報告されていない交雑種の生産と関わっている。米国とブラジルの両国で、IVP 胚は乳用種由来が優勢である（それぞれ、58.8% と 53.6%）。

OPU 実施前の FSH 投与による卵巣刺激は、ヨーロッパ（39.0% vs. 48.1%；2018 年）および北米（64.7% vs. 66.9%；2018 年）でわずかに減少した。全体的には、FSH 投与による卵巣刺激は肉用種（48.8%）よりも乳用種（51.2%）

でわずかに多く用いられている。

一方、食肉処理場由来の卵巣から吸引される卵子を利用することによる IVP 胚の生産は、わずかな部分を占めるにすぎない：ヨーロッパで 3.4%、北米で 0.8%、南米で 3.3%、全体で 2.0%。しかしながら、食肉処理場由来の卵巣から吸引される卵子を利用することによる IVP 胚の全体の生産総数は 85.9% 増加した (20,887 個 vs. 11,237 個；2018 年)。

2019 年における IVP 胚の移植数を表 8 に示す。

重要な変化は、IVEP 産業の進展にある。

2019 年に実際に移植された IVP 胚の個数は、生産された胚の個数が安定していたにも拘わら

ず (+0.2%)、2018 年と比較して増加した (それぞれ、797,190 個 [77.3%] vs. 742,908 個 [72.2%])。この傾向は、すべての地域でみられた。

移植された凍結融解 IVP 胚の割合は、2018 年の 26.8% から 2019 年の 43.9% に増加し、2013 年から 2017 年にみられた傾向が再び始まったと思われる。凍結融解胚として移植された IVP 胚の割合は、アフリカで +43.8%、ヨーロッパで +0.1%、北米で +13.2%、大洋州で +22.5%、南米で +21.5% で増加した。

2019 年の性判別やゲノムタイピングのために顕微操作された胚のデータを表 9 に示す。

2018 年と比較して、性判別された胚の個数

表 8 地域別の牛 IVP 胚の移植の実態

地域／国	移植可能胚							
	OPU 回収卵子				食肉処理場由来卵巣卵子			
	新鮮胚	凍結融解胚		計	新鮮胚	凍結融解胚		計
		国内調達	輸入			国内調達	輸入	
アフリカ	1,257	1,976	0	3,233	0	0	0	0
アジア	0	0	0	0	0	0	0	0
ヨーロッパ	24,554	22,103	322	46,979	2	29	0	31
北米	183,229	150,412	53	333,694	84	1,980	0	2,064
大洋州	7,134	2,897	0	10,031	0	0	0	0
南米	222,302	169,900	0	392,202	8,751	205	0	8,956
計	438,476	347,288	375	786,139	8,837	2,214	0	11,051

表 9 性判別 and/or ゲノムタイピングのために顕微操作された牛胚の個数

国	性判別		ゲノムタイピング	
	IVD	IVP	IVD	IVP
カナダ	251	3,358	0	3,343
フィンランド	92	77	92	77
フランス	2,595	0	2,526	0
ドイツ	0	0	206	154
オランダ	0	0	6,137	0
スペイン	0	92	0	92
米国	589	0	283	0
計	3,527	3,527	9,244	3,666

は 32.3% 減少したが、逆にゲノムタイピングされた胚の個数は 13.5% 増加した。胚の顕微操作を報告している国の数は従来から少ないので（2019 年で 7 カ国）、IVD 胚と IVP 胚の傾向は個々の国からの報告数に大きく影響を受ける。例えば、ゲノムタイピングされた IVD 胚の個数の劇的な増加（+275.2%）およびゲノムタイピングされた IVP 胚の個数の減少（-58.8%）は、ほとんどがオランダからにとどまる（6,137 個と 0 個 vs. 101 と 2,708 個；2018）。一方、カナダは 2018 年と比較して、2019 年には IVD

胚あるいは IVP 胚の性判別された胚およびゲノムタイピングされた胚が同じ割合であるが、両者の総個数はそれぞれ 45.1% および 45.3% 減少した。

4.1.3 他の動物種

2019 年に報告があった牛以外の動物種の IVD 胚と IVP 胚の個数を表 10（羊）、表 11（山羊）、表 12（馬）および表 13（鹿、豚およびバッファロー）に示す。

羊に関するデータを報告してきた国の数がわ

表 10 羊：IVD 胚および IVP 胚の回収、生産と移植

地域／国	IVD 胚					IVP 胚					
	子宮 灌流	胚	移植			ドナ ー	卵子	胚	移植		
			新鮮	凍結融解					新鮮	凍結融解	
				国内 調達	輸入					国内 調達	輸入
ヨーロッパ											
ギリシャ	12	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ポルトガル	3	18	10	0	0	0	0	0	0	0	0
ルーマニア	2	11	8	0	0	0	0	0	0	0	0
ロシア	0	0	0	0	681	0	0	0	0	0	0
セルビア	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
スペイン	12	111	53	12	0	15	340	142	142	0	0
スウェーデン	0	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0
英国	166	905	895	8	0	0	0	0	0	0	0
小計	195	1,078	978	20	906	15	340	142	142	0	0
北米											
カナダ	88	402	32	37	0	0	0	0	0	0	0
米国	1,275	7,893	7,213	181	212	0	0	914	0	0	0
小計	1,363	8,295	1,444	218	212	0	0	914	0	0	0
大洋州											
オーストラリア	442	2,805	2,720	15	0	0	0	0	0	0	0
小計	442	2,805	2,720	15	0	0	0	0	0	0	0
南米											
ブラジル	1,226	10,196	7,896	2,300	0	11	197	81	81	0	0
小計	1,226	10,196	7,896	2,300	0	11	197	81	81	0	0
計	3,226	22,374	18,839	2,553	1,118	26	537	1,137	223	0	0

表 11 山羊：IVD 胚と IVP 胚の回収、生産と移植

地域／国	IVD 胚					IVP 胚					
	子宮灌 流	胚	移植			ドナ ー	卵子	胚	移植		
			新鮮	凍結融解					新鮮	凍結融解	
				国内 調達	輸入					国内 調達	輸入
ヨーロッパ											
スペイン	105	846	0	0	0	31	1,631	748	21	12	0
英国	6	51	51	13	0	0	0	0	0	0	0
小計	111	897	51	13	0	31	1,631	748	21	12	0
北米											
カナダ	12	40	18	0	0	0	0	0	0	0	0
米国	1,005	7,714	6,263	821	0	0	0	0	914	0	0
小計	1,017	7,754	6,281	821	0	0	0	0	914	0	0
南米											
ブラジル	16	74	22	52	0	0	0	0	0	0	0
小計	16	74	22	52	0	0	0	0	0	0	0
計	1,144	8,725	6,354	886	0	31	1,631	748	935	12	0

ずかに減少した（12 カ国 vs. 14 カ国;2018 年）。それにも拘らず、2018 年と比較して、羊の IVD 胚と IVP 胚の個数はともに 2019 年では増加を示した（それぞれ、22,374 個 vs. 17,353 個 [+28.8%] および 1,137 個 vs. 512 個 [+122.1%]）。

IVP 胚は凍結融解胚として移植されたことはなく、対照的に IVD 胚ではその 16.3% が凍結融解胚として移植された。ブラジルは IVD 胚の個数（10,196 個）が最も多く、米国（914 個）は IVP 胚では一番で、スペイン（142 個）がそれに続いた。

2019 年は 2018 年に比べて、山羊の ET データを報告している国の数は減少した（5 カ国 vs. 7 カ国;2018 年）。しかしながら、羊でみられた現象と異なって、山羊の IVD 胚および IVP 胚の両者の個数が減少した（それぞれ、8,725 個と 748 個 vs. 8,804 個と 818 個;2018 年、-0.9% と -8.6%）。2018 年と 2019 年に山羊の

ET データを報告している国の中で、IVD 胚の個数はスペイン（+320.9%）、英国（+96.2%）、米国（+2.3%）で増加し、カナダでは横ばい（0.0%）であり、ブラジル（-81.6%）で減少した。このように、個数の減少はひとつの傾向なのか単にデータを報告している国での数値が低いことを反映しているのかは明確でない。

2018 年にみられたように、米国は生産した山羊胚のほとんどが IVD 胚（7,714 個;88.4%）であるのに対して、スペインではすべてが IVP 胚（748 個;100%）であった。

2019 年における馬 ET 産業もまた、データを報告した国の数に減少がみられたのが特徴であった（11 カ国 vs. 15 カ国;2018 年）。しかし、IVD 胚および IVP 胚の個数は増加した（それぞれ、22,918 個 vs. 21,312 個 [+4.2%] および 6,303 個 vs. 2,453 個 [+157.0%]）。IVP 胚の個数が顕著に増加したのは、主にイタリア（3,711 [+159.3%]）、米国（1,015 [0;2018 年]）お

表 12 馬：IVD 胚と IVP 胚の回収、生産と移植

地域／国	IVD 胚					IVP 胚					
	子宮 灌流	胚	移植			ドナ ー	卵子	胚	移植		
			新鮮	凍結融解					新鮮	凍結融解	
				国内 調達	輸 入					国内 調達	輸 入
ヨーロッパ											
フランス	1,543	783	939	0	0	0	0	0	0	12	0
イタリア	298	212	212	0	0	2,045	25,917	3,711	48	501	0
ロシア	33	22	5	3	0	0	0	0	0	0	0
スペイン	9	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
スウェーデン	34	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
スイス	0	0	0	0	0	49	236	11	0	4	0
小計	1,917	1,044	1,183	0	0	2,094	26,153	3,722	48	513	0
北米											
カナダ	13	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
メキシコ	65	58	58	0	0	0	0	0	0	0	0
米国	2,597	1,603	2,863	181	0	0	5,460	1,015	1,139	419	0
小計	2,675	1,665	2,925	181	0	0	5,460	1,015	1,139	419	0
南米											
アルゼンチン	313	229	229	0	0	0	0	0	0	0	0
ブラジル	32,640	19,260	19,028	0	0	1,563	7,716	1,566	1,147	298	0
小計	32,953	19,489	19,257	0	0	1,563	7,716	1,566	1,147	298	0
計	37,545	22,198	23,365	181	0	3,657	39,329	6,303	2,334	1,230	0

よびブラジル（1,566 個 [+157.0%]）からの報告数が増えたことによる。IVD 胚の大多数は新鮮胚として移植されている（99.2%）。おもしろいことに、移植総数（+4.7%）が増えたのにも拘わらず、移植された凍結融解 IVP 胚の個数は減少した（-70.0%）。

一方、2019 年には凍結融解された IVP 胚の個数は 2018 年より多かった（1,230 個 vs. 649 個；2018 年 [+89.5%]）。平均して 1 回の子宮灌流当たり 0.6 個の IVD 胚が回収されたが、一方、1 回の OPU 当たりでは 10.8 個の卵子が回収された。

カナダの ET チームのお蔭で、2018 年、アルゼンチンのみから鹿の IVD 胚 38 個の報告が

あったのとは対照的に、2019 年にはアルゼンチン以外の 5 カ国から計 3,959 個の鹿の IVD 胚の報告があった。

また、363 個の豚 IVD 胚がカナダで回収され、凍結融解胚としてフィリピンに輸出され、移植された。

2019 年は 2018 年と同様、バッファローに関する ET 活動はルーマニアとイタリアだけから報告があった。

4.1.4 輸出

輸出された胚の個数を表 14 に示す。

2018 年と比較して、2019 年にはより多くの牛胚が輸出された（それぞれ、32,648 個 vs.

表 13 他の動物種：IVD 胚と IVP 胚の回収、生産と移植

地域／国	IVD 胚					IVP 胚					
	子宮 灌流	胚	移植			ドナ ー	卵子	胚	移植		
			新鮮	凍結融解					新鮮	凍結融解	
				国内 調達	輸入					国内 調達	輸入
鹿											
カナダ	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	0
メキシコ	20	80	80	0	0	0	0	0	0	0	0
ニュージーランド*	267	1,871	1,244	627	0	0	0	0	0	0	0
スペイン	45	300	300	0	0	0	0	0	0	0	0
米国	389	1,708	779	237	0	0	0	0	0	0	0
計	721	3,959	2,403	864	111	0	0	0	0	0	0
豚											
カナダ	25	363	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フィリピン	0	0	0	0	363	0	0	0	0	0	0
計	25	363	0	0	363	0	0	0	0	0	0
バッファロー											
イタリア	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
ルーマニア	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
計	5	6	6	19	0	0	0	0	0	0	0

38,986 個 [+19.4%])。IVD 胚で+6.5%、IVP 胚で+73.5%の増加であった。

さらに、胚の輸出は、羊、山羊、馬および豚で報告があった。

輸出された牛 IVD 胚は乳用種で優勢(66.3%)であり、輸出された牛 IVP 胚のすべてが OPU により回収された卵子由来であった。

4.2 これまでの年次変動と傾向

過去 20 年間（2000 年～2019 年）の牛胚生産（IVD 胚、IVP 胚、その合計）に係るこれまでの年次変動を図 2 に示す。

IVD 胚の個数は 2005 年以降、減少の傾向をみせているので、IVEP の発展が総個数の増加に大きく寄与している。2019 年の IVP 胚の個数の増加分が IVD 胚にみられた減少分を埋め

合わせるほど十分でなかったために、結果として 2014 年以降初めて総個数で減少した。

各地域の IVP 胚および IVD 胚の個数の年次変動を、それぞれ図 3 および図 4 に示す。

10 年以上の間、南米、特にブラジルは IVP 胚の個数増加に大きく寄与してきた。しかしながら、過去 5 年間の北米における IVEP の急成長によって、最終的に南米の個数を追い越して、年当たり世界で報告される個数を 1,400,000 個以上に押し上げた。

2000 年から 2019 年の間の移植された凍結融解 IVD 胚および IVP 胚の比率の推移を図 5 に示す。

IVEP が 2000 年初頭に一旦増加したが、凍結 IVD 胚の割合も平行して増加し、およそ 60%で安定している。一方、凍結 IVP 胚の使用は 2010

表 14 胚を輸出している国

地域／国	牛				羊	山羊	馬	豚
	IVD		IVP		IVD	IVD	IVP	IVD
	乳牛	肉牛	OPU	食肉処理 場由来				
ヨーロッパ								
オーストリア	58	0	0	0	0	0	0	0
ベルギー	6	76	0	0	0	0	0	0
フィンランド	611	0	353	0	0	0	0	0
フランス	208	219	126	0	0	0	0	0
ドイツ	132	0	0	0	0	0	0	0
ノルウェー	0	41	0	0	0	0	0	0
スペイン	0	70	0	0	350	0	0	0
スイス	51	0	0	0	0	0	1	0
小計	1,066	406	479	0	350	0	1	0
北米								
カナダ	3,699	3,469	1,305	0	77	6	0	363
米国	14,033	3,212	6,474	0	0	0	0	0
小計	17,732	6,681	7,779	0	77	6	0	363
南米								
アルゼンチン	0	2,458	1,156	0	0	0	0	0
ブラジル	0	0	1,229	0	0	0	0	0
小計	0	2,458	2,385	0	0	0	0	0
計	18,798	9,545	10,643	0	427	6	1	363

年まで減少したが、それ以降着実に増加を示し、2019年には40%を超えるに至った。

5. 考察

2019年における世界のET産業の数値は、過去数年に報告された傾向と概ね一致した(Viana, 2019)。

牛IVP胚の個数は1,000,000個を超え、牛胚の総個数の72.2%を占めた。IVP胚の個数は、羊と馬でも増加した。

2019年のET産業の特徴は、特定の国や地域のET活動が将来のET産業に影響を及ぼすような事態(図3に示す。2000年代初頭に起こったIVP胚個数の増加)は起らなかった。

一方、IVD胚個数の減少(図4)および実際に移植されたIVP胚の比率ならびに凍結融解胚の移植数の増加がすべての地域でみられ、全世界で増える傾向が認められる。ET産業の世界中の収束傾向が分かれば、データの解釈および将来的なET産業発展の予測を円滑に進めることができる。さらに、大洋州やアジアからの未報告が原因となるデータ分析の偏りをなくすようにできる。

IVEPを採用する国が増えていることと、IVEPが持つ特徴は、この現象を説明しているかも知れない。小規模な地域のETチームによって行われることが多い生体からの胚回収と異なって(その地域の状況により大きく影響を

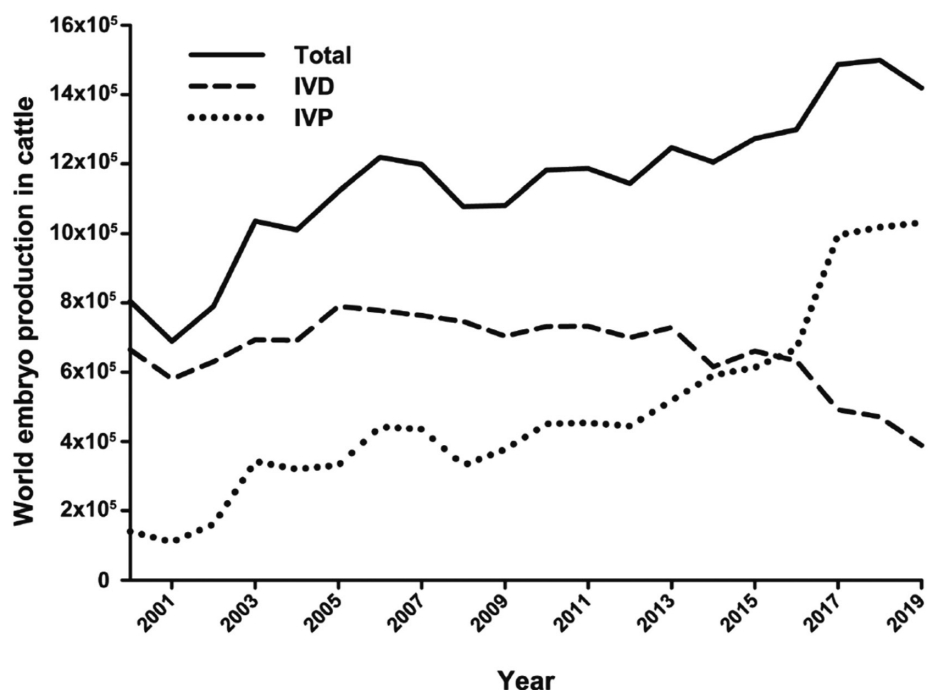


図 2 2000 年から 2019 年までの牛胚の個数の推移 (IVD、IVP、その両者)

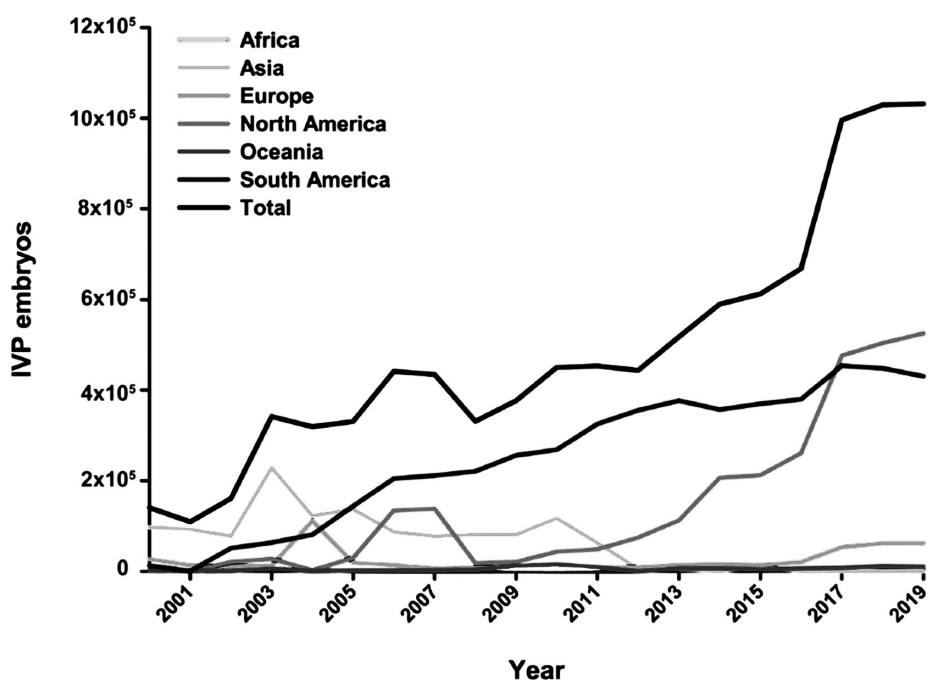


図 3 2000 年から 2019 年までの牛 IVP 胚の生産個数の推移 (地域別)

受けやすい)、IVEP は大規模な多国籍企業の出現を後押しすることになった。これらの企業は、国が異なっても似たような手順と方法で地域に定着して行くようである。そして、ET 活動のグローバル化の中で地域格差を

なくすようである。

これとは対照的に、牛以外の動物種の IVEP は牛と同じようにここ数年来実質的に増加しているが (2017 年から 2019 年の間; +1,622.7%; 羊、+376.8%; 山羊、+1,126.2%+馬)、報告

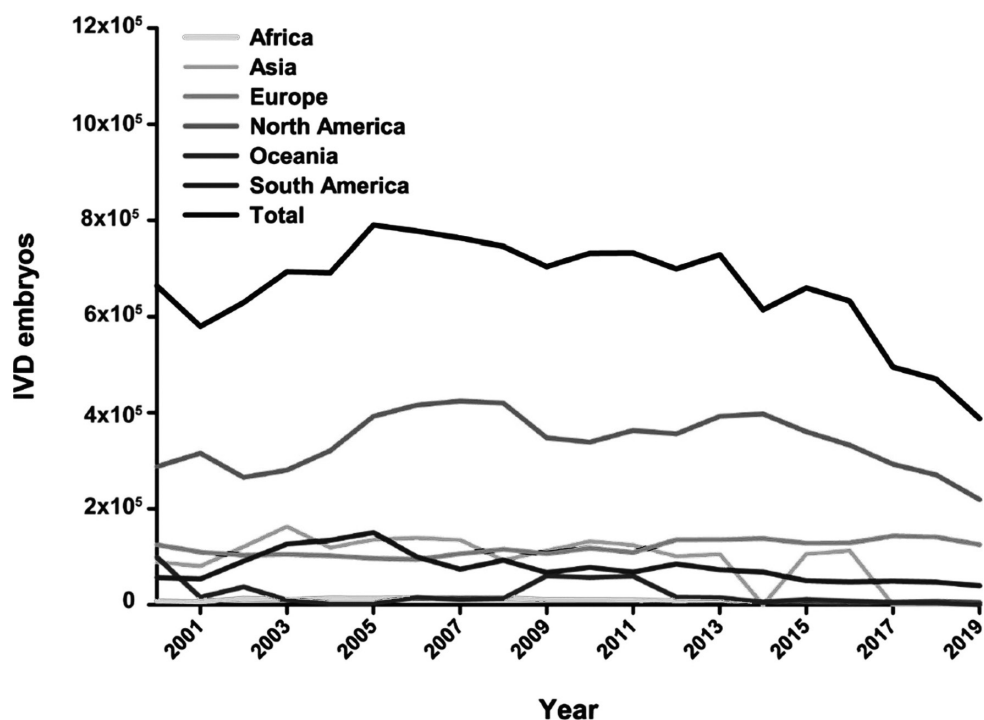


図 4 2000 年から 2019 年までの牛 IVD 胚の個数の推移（新鮮胚、凍結胚、その両者）

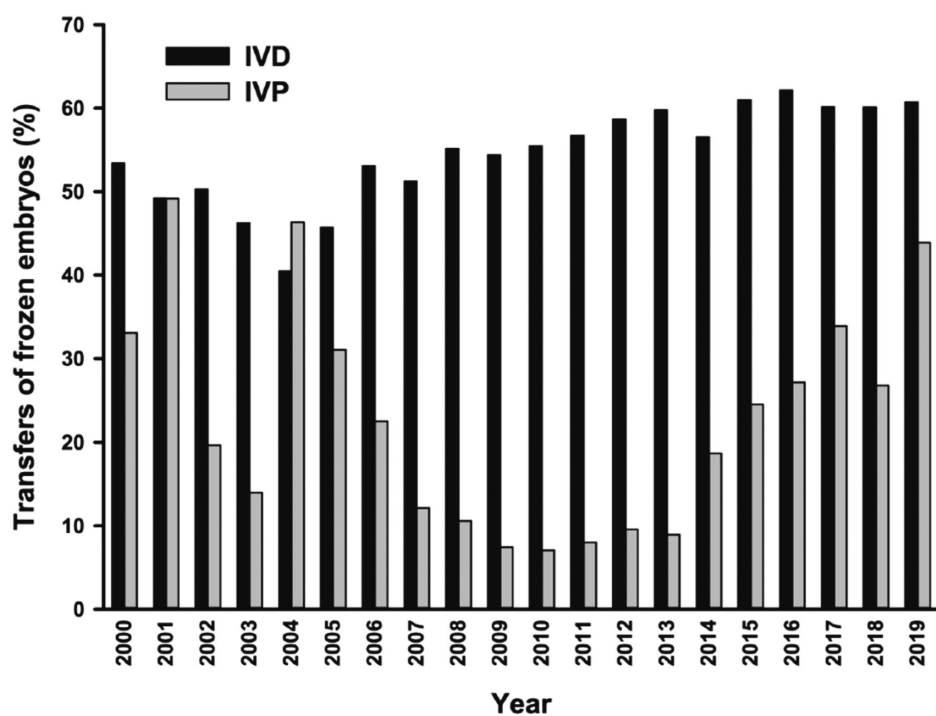


図 5 2000 年から 2019 年までに移植された牛凍結融解胚の IVD 胚と IVP 胚の比率

は未だ数か国に限られており、地域格差がみられる。

2019 年の総牛胚個数の減少は、IVEP 技術の平準化と、これまでの過剰排卵と子宮洗浄によ

る胚回収の数の減少に起因しており、世界中の ET 活動が後退していることを示している。実際、IVD 胚の個数は 2005 年以降減少傾向にあり、減少幅は 2014 年以降に加速している。

IVD 胚の個数が急激に減少したのは 2017 年以降で、日本からのデータが欠如していることに大きな原因がある (Viana, 2018)。2016 年、日本は世界の IVD 胚個数の 17.8% を生産していた。残念ながら、それ以降日本からの ET データの報告がなく、減少割合は 2018 年の -4.2% から 2019 年の -17.5% になった。2018 年まで、IVD 胚の個数の減少は、初めは南米、その後は北米における IVEP の増加によって補われていた。その結果として、胚の総個数は増加に転じた (2019 年にはこの状況は起らなかった)。

興味深いことに、IVEP が相対的に安定しているにも拘わらず、IVP 胚の移植数は 2019 年に 7.3% 増加して、IVD 胚の減少 (-17.1%) を補っており、2018 年と比較して移植数 (IVD + IVP) でわずかに 1.1% の減少に止まった。この差は、実際に移植された IVP 胚の比率が増加したことで説明が付き、廃棄され失われた胚が少なくなったことを示しており、最終的に IVEP は年月を経るにつれて効率が良くなったことを示している。

凍結 IVP 胚の比率が並行して増加していることもまた、超低温保存の成功は直接的に胚の品質に依存していることから体外培養系における改善があったことを示唆している。

要するに、これらの知見は全体的な胚の生産におけるというよりも、むしろ IVEP 効率の変

化が ET 産業の現在の数字を押し上げていることを示している。それと対照的なのが IVD 胚で、回収回次ごとに回収される生存胚、凍結胚の割合では過去 10 年間で顕著な変化はみられない (6.4 と 60.8% vs. 7.0 と 55.5% ; 2010 年 [Stroud, 2011])。

過剰排卵技術と IVEP のテクノロジーの開発における相違は、IVD 胚と IVP 胚で現在みられている多様な傾向を説明するかも知れない。加えて、2019 年に輸出された牛胚の総個数の 27.3% は IVP 胚であった。

IVEP が世界レベルで胚の生産のために選ばれる技術として過剰排卵に置き換わっているので、IVP 胚の国際流通の需要は成長を続け、胚の品質基準および超低温保存の使用の必要性を推し進めることになるだろう。

6. 謝辞

DRC は、すべての地域のデータ収集者ならびにデータベースあるいは Chair に直接データを報告していただいたすべての実務家あるいはすべての ET 企業の代表者のご尽力に謝意を表す。包括的な本レポートは、すべての関わった方々の自発的なご協力の賜物である。また、本報告を校閲していただいた Dr. Luis Siqueira に御礼を申し上げます。

引用文献

- Stroud, B. The year 2010 worldwide statistics of embryo transfer in domestic farm animals. *Embryo Transfer Newsl*, v.29(4), p.14-23, 2011.
- Viana JHM. 2017 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals: Is it a turning point? In 2017 more *in vitro*-produced than *in vivo*-derived embryos were transferred worldwide. *Embryo Transfer Newsl*, v.36(4), p.8-25, 2018.
- Viana JHM. 2018 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. Embryo production on a new level: over one million embryos produced *in vitro*. *Embryo Transfer Newsl*, v.37(4), p.7-25, 2019.

訳者注：

- ① 本文中、“embryo industry” および “ET industry” は、いずれも「ET 産業」と訳した。
- ② また、“embryo technology activity”、“embryo activity” および “ET activity” は、すべて「ET 活動」と訳した。
- ③ 原文 Page11 の本文下から 4 行目の Figure 4 は、和訳では Figure 5 と修正した。

牛の繁殖性向上のための飼養管理

静岡県立農林環境専門職大学短期大学部

渡邊 貴之

牛は単胎動物であることから、1回の人工授精の結果は「受胎」か「不受胎」かのどちらかとなるため、受胎率（受胎した頭数／人工授精を実施した頭数）は牛群の繁殖性を示す重要な指標となっています。乳牛は妊娠-分娩しなければ牛乳が生産できませんし、繁殖和牛であれば子牛はほぼ唯一の収入源となりますから、牛を飼養している農場にとって、受胎率の向上は重要な課題です。しかし、近年の乳用牛および肉用牛の受胎率はどちらも低下傾向にあるといわれています（家畜改良事業団 2021）。牛の受胎率を向上させるためには、どうすればよいのでしょうか。

牛の繁殖形質には遺伝的要因も関与していると考えられますが、遺伝的な影響については不明な点が多く、これまで牛において繁殖性を指針とした改良・選抜はそれほど行われてきていません。このため、農場における牛の繁殖性向上は、農場職員や人工授精師が関わる部分が大きと考えられます。例えば、繁殖牛の一覧表を作成し、各繁殖牛の分娩後日数を把握したうえで発情周期を確実にとらえるような、いわゆる繁殖管理はとても重要です。また、基本に忠実に凍結精液を融解し、発情の状況を見極めて授精適期に衛生的に人工授精を実施する等の人工授精技術も重要です。

しかし、交配の対象となる牛群で発情微弱や無発情の牛が多くみられる場合、繁殖管理や人工授精師の技術の問題ではなく、牛群の発情行動を制限する何らかの要因、すなわち飼養管理の影響が大きいと考えられます。人工授精師の技術が良くても、牛が明瞭な発情行動を示してくれない限り、人工授精を実施することはできません（それでも実際には人工授精を実施せざるを得ない場面はあると思いますが）。このことから、毎日の飼養管理は、繁殖管理や人工授精技術の土台となると考えられます（図1）。

人工授精技術については、これまで多くのテキストやマニュアルが作られており、これらに記載されている手技や手法を忠実に守ることが重要です。しかし、繁殖性向上のための飼養管理方法については、あまり紹介されていないと

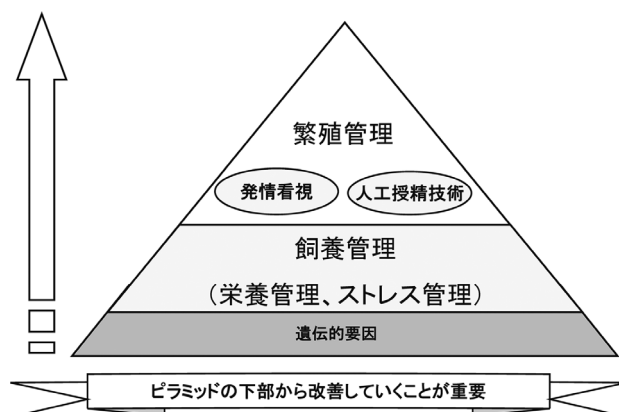


図1 繁殖性向上の概念

思います。私はこれまで代謝プロファイルテスト（MPT）とよばれる血液生化学検査を主体とした牛群の栄養診断方法を用いて、牛群の栄養状態と繁殖性について検討してきました。そこで本稿では、繁殖和牛を中心に牛の繁殖性を向上させるための飼養管理方法について、実際の農場の血液検査結果などを踏まえながらご紹介していきたいと思います。

1. 発情行動に影響を与える要因

繁殖の第一歩は発情看視です。発情は乗駕許容（スタンディング行動）で確認します（図2）。また、発情時は外陰部周辺に発情粘液が付着していることも多くありますし、落ち着きがなくなるためそわそわしたような行動が多くみられ、行動量が多くなります。現在では牛の行動量や歩数から発情を検知して連絡してくれる発情発見装置もあります（図3）。このような装置は発情看視の省力化が可能となることから、かなり効果的だと考えられます。ただし、これ

ら装置を上手に利用しながらも、最後は人の目で発情確認することをお勧めします。発情発見率を発情発見装置と発情看視経験が長い人で比較すると、人の方がまだ高いと思います。また、もっと簡易な発情発見方法として、牛の十字部周辺にマーカーを張り付けておき、乗駕許容の際にマーカーが削れるあるいはつぶれることで発情を確認する方法もあります（図4）。発情看視をする人は、発情行動だけでなく尾の付け根上部付近のこすられ具合も指標にしますが、これをよりわかりやすくしたものです。最近ではマーカーの擦れ具合で授精適期が判定できるようなタイプもあります。

しかし、このような装置や道具を補助として使用した場合でも、発情発見率があまり高くないこともあります。それは牛自体の発情行動が微弱な場合です。牛の発情行動量が少なくなる、いわゆる発情が弱いと、人による看視でも発情発見装置を利用しても、発情発見率は低下します。発情微弱牛が多い原因と人工授精技

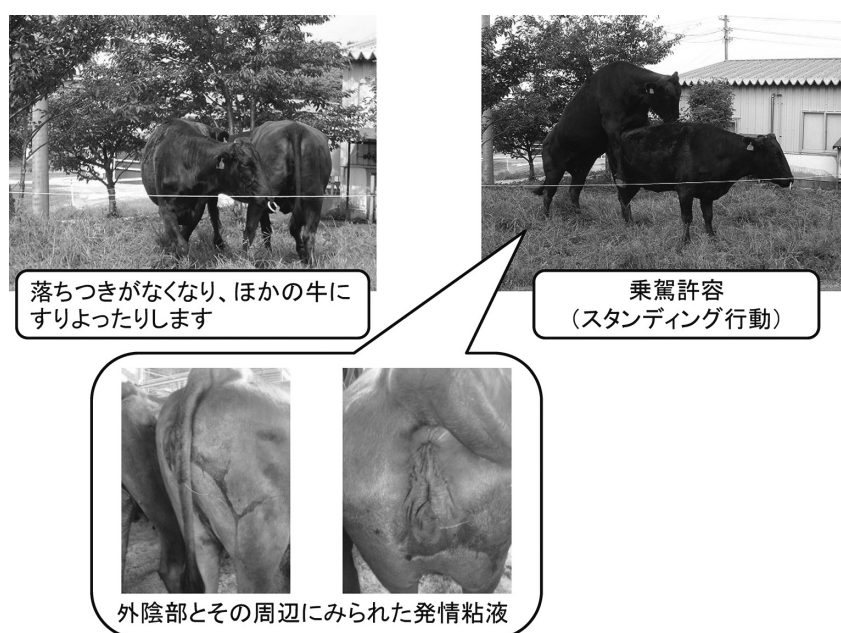


図2 歩数計による発情検知の例

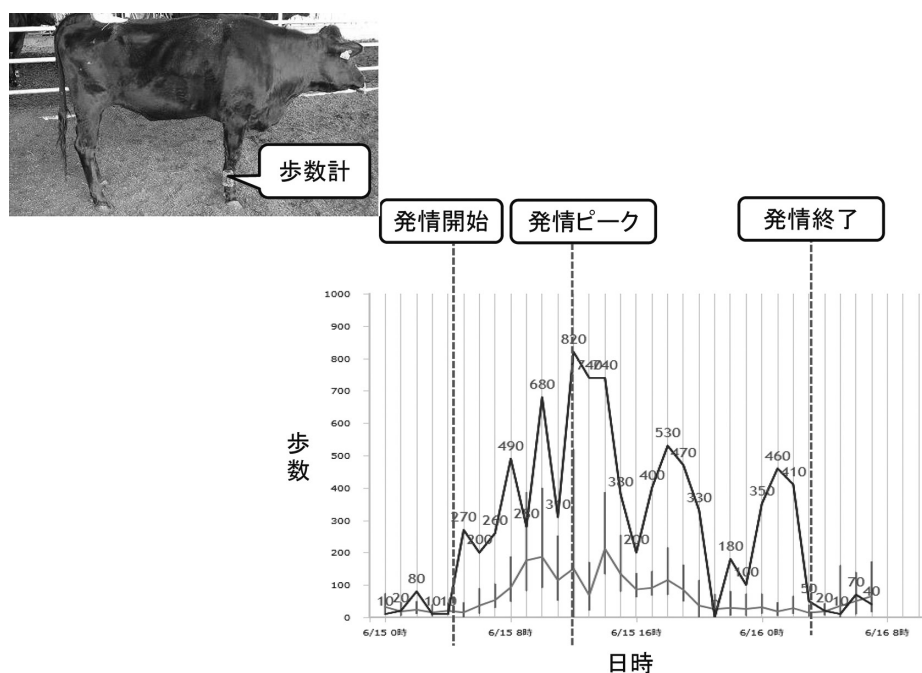


図 3 歩数計による発情検知の例

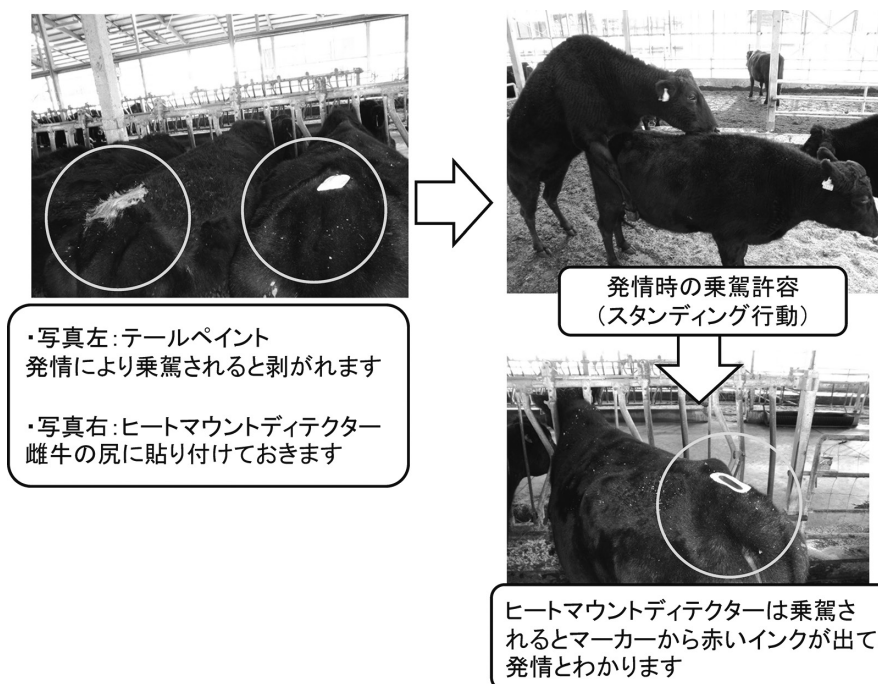


図 4 発情発見の補助器具の例

術は関係ありませんので、日々の飼養管理に問題があるケースが多いと考えられます。発情行動が弱くなる具体的な例を以下に挙げてみます。

① 牛舎や敷料の状態

牛舎の構造は少なからず牛の行動量に影響を

与えます。1頭あたりの面積が極端に狭い牛舎や、床に障害物がある等により牛が行動しにくい牛舎であれば、発情行動は抑制されます。また、牛床の形状や敷料の状態も発情行動に影響を与えます。床が滑りやすい状態では発情行動

は弱くなる傾向があります（図5）。

② 蹄

牛床の状況と同様に蹄の状態が悪ければ、発情行動が鈍る傾向があります（図6）。

③ ストレス

例えば、牛群内の社会的順位が低い牛は、発情行動が弱いというご経験をお持ちの方は多いと思います。この他にも①や②と関連していますが、頭数に対して牛房が狭い、蹄が悪く立ちにくい（あるいは痛い）、牛床が汚れてアンモニア臭がきつい場合は、牛にストレスを与え

ていると考えられます（図6）。

④ 栄養状態

低栄養でやせてしまうと発情が弱くなるのはご理解いただけると思いますが、低栄養以外にも発情行動が鈍くなる栄養状態があります。

あげてみるとすごく当たり前の項目ばかりです。例えば、床の素材や蹄の状態、牛舎構造が発情行動に影響を与えることは、比較的容易にイメージできると思います。脚が痛い牛や、床が滑るといった危険が多い牛舎で飼養されてい

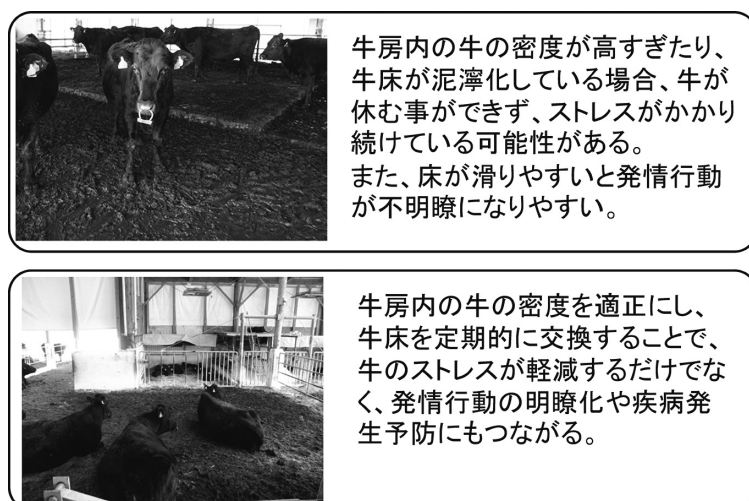


図 5 牛房の飼養密度や敷料の重要性

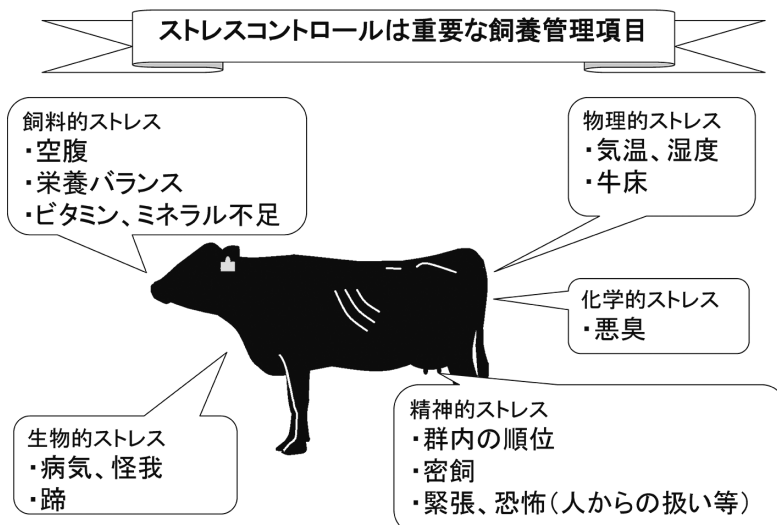


図 6 牛にかかるストレスの例

る牛は、普段の行動量も少なくなるため、発情時の行動量もおのずと少なくなります。

一方、栄養状態が原因の場合、どのような理由で発情行動が鈍くなるのでしょうか。その原因の一つといわれているのは、繁殖関連ホルモンの分泌が低下するためといわれています。このことを理解するためには、牛の栄養代謝の基本を再確認する必要があります。

2. 牛の栄養代謝のしくみ…血糖

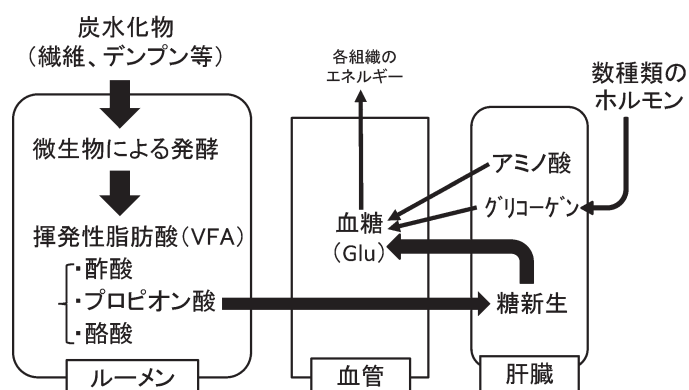
牛は糖や脂肪をエネルギーとして利用しています。図7は牛の糖代謝の一部をまとめた図です。ヒトは摂取したデンプンなどの炭水化物を分解して糖を作ります。一方、牛が摂取した炭水化物は第一胃（ルーメン）内の微生物によって揮発性脂肪酸（VFA）に分解されてしまうため、牛は外部から糖の原料を摂取しても吸収することがほとんどできません。しかし、牛の体内には糖が必要な箇所がいくつかあります。例えば、赤血球は糖しかエネルギー源にできませんし、脳にとっても糖は重要なエネルギーとなります。このため、牛は糖を自分で作り出します。具体的にはルーメン内微生物が作り出し

たVFAのうち、プロピオン酸を原料として肝臓で糖を作ります。また、エネルギー不足時にはアミノ酸や貯蔵されているグリコーゲンを材料として糖を作ります。このような働きは糖新生と呼ばれており、牛の血糖はほぼ糖新生に依存しています。ただし、牛の基本的なエネルギー源はVFAと呼ばれる脂肪ですので、糖は必要最低限の量を作り出していると考えられます。そのため、牛はヒトなどの単胃動物に比べて血糖値が低い動物です（低血糖動物）。

この血糖値が牛の繁殖系ホルモンである性腺刺激ホルモン放出ホルモン（GnRH）と連動していると考えられており²⁾、血糖値が低下するとGnRHが抑制されてしまいます（図8）。このホルモンは卵胞を発育させるホルモンである卵胞刺激ホルモン（FSH）や排卵を促す黄体形成ホルモン（LH）を分泌させるホルモンですので、GnRHの分泌が低下すると排卵のタイミングが遅くなったり、ひどくなれば無発情になると考えられます。

3. 低血糖を予防するためには

牛の血糖値はもともと低いのですが、エネルギー



血糖値は様々な仕組みにより一定になるよう調整されている

図7 血糖調整のしくみ

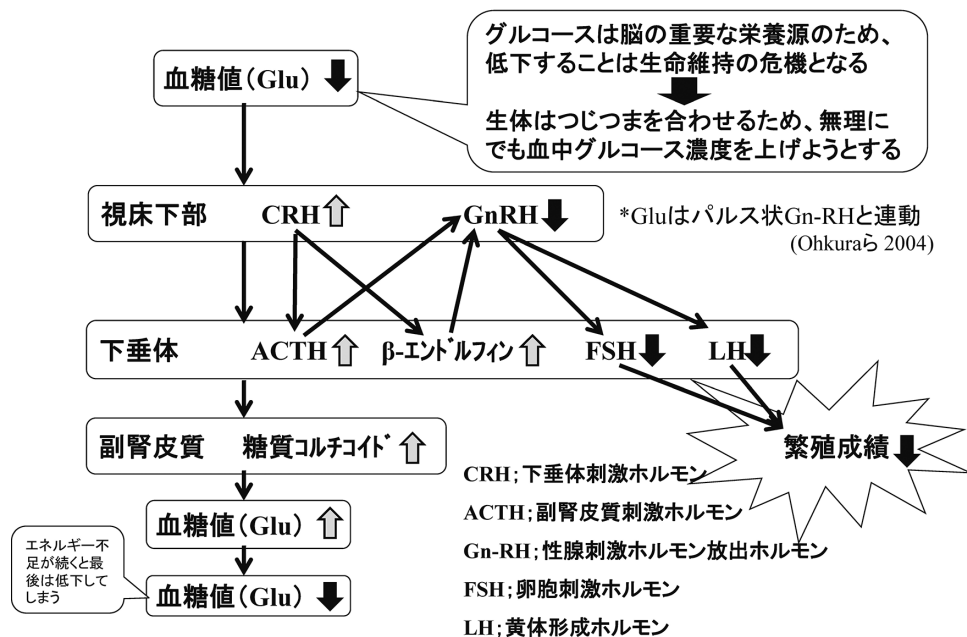


図 8 エネルギー不足と繁殖の関係

ギー不足になるとさらに血糖値が低下します。血糖値は生命維持に極めて重要です。特に脳は糖を栄養源の一つにしているため、牛の体内は低血糖を解消しようと調整を始めます。エネルギー不足の初期には肝臓に蓄えられていたグリコーゲンが分解されて糖になりますが、グリコーゲンの貯蔵量はそれほど多くありません。そこで、次に副腎皮質ホルモンが全身の蛋白質を分解して血糖値を上昇させます（図8）。この副腎皮質ホルモンを分泌させるように指示を出す部位は、間脳視床下部や下垂体といった繁殖系のホルモンを分泌する部位でもあります。このため、血糖値の調整を優先させると、繁殖系ホルモンの分泌は後回しになると考えられています。

つまり、血糖値を下げないためには繁殖牛をエネルギー不足にしないければ良いことになります。しかし、繁殖牛を太らせておけばよいの

かということ、過肥牛の繁殖性が悪いことは皆さんご存じだと思います。また、単純にエサを増やしたり太らせるだけでは牛の血糖値は逆に低下してしまうことがあります。どのようなケースで牛の血糖値が変動するのか、次回もう少し詳しくご紹介したいと思います。

参考文献

- 1) 家畜改良事業団 (2021) [homepage on the Internet]. 家畜改良技術研究所. 東京; [cited 17 June, 2021]. Available from URL: <http://liaj.or.jp/giken/hanshoku/jyutai.html>
- 2) Ohkura S, Ichimaru T, Itoh F, Matsuyama S, Okamura H (2004) Further evidence for the role of glucose as a metabolic regulator of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator activity in goats endocrinology 145 (7): 3239-3246.

畜産統計（令和3年2月1日現在）

－乳用牛、肉用牛、豚及びブロイラーの飼養頭羽数・出荷羽数は前回に比べ増加－

【調査（統計）結果の概要】

1 乳用牛及び肉用牛

(1) 乳用牛

飼養戸数は1万3,900戸で、前年に比べ500戸（3.5%）減少した。

飼養頭数は135万6,000頭で、前年に比べ4,000頭（0.3%）増加した。

なお、1戸当たり飼養頭数は97.6頭となった。

(2) 肉用牛

飼養戸数は4万2,100戸で、前年に比べ1,800戸（4.1%）減少した。

飼養頭数は260万4,000頭で、前年に比べ4万9,000頭（1.9%）増加した。

なお、1戸当たり飼養頭数は61.9頭となった。

図1 乳用牛の飼養戸数・頭数の推移（全国）

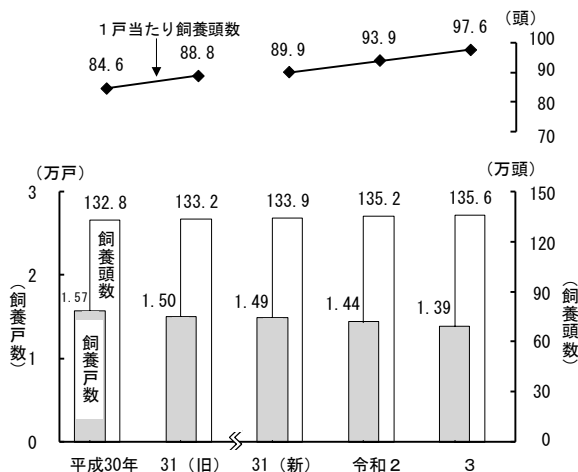
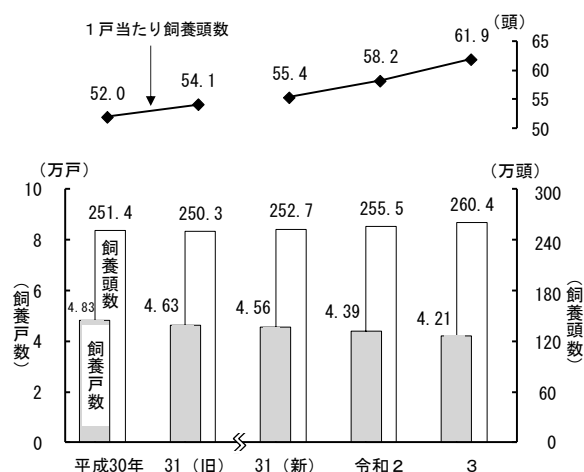


図2 肉用牛の飼養戸数・頭数の推移（全国）



注：1 令和2年以降は、牛個体識別全国データベース等の行政記録情報及び関係統計を用いて集計した加工統計である（以下同じ。）。
2 平成31年（新）は、令和2年と同様の集計方法により作成した参考値である（以下同じ。）。
3 平成30年及び平成31年（旧）は畜産統計調査に基づく統計結果である（以下図2において同じ。）。

- 乳用牛及び肉用牛については、牛個体識別全国データベース、乳用牛群能力検定成績及び畜産統計調査（過去データ）の情報により集計する加工統計として取りまとめた。
- 乳用牛及び肉用牛の区分は、品種（乳用種、肉用種及び交雑種）による区分ではなく、利用目的による区分としている。従って乳用牛とは搾乳を目的として飼養している牛をいい、肉用牛とは肉用を目的として飼養している牛をいう。

本資料は、農林水産省ホームページ「統計情報」の次のURLから御覧いただけます。

【 <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/index.html#y> 】

◎ 調査（統計）結果の主な利活用

- ・ 食料需給表における飼料自給率の算定のための資料
- ・ 酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針における飼養頭数目標の策定のための資料
- ・ 加工原料乳生産者補給金制度における限度数量の算定のための資料（乳用牛）

◎ 累年データ

1 乳用牛の飼養戸数・頭数

年 次	飼養戸数	飼養頭数	1戸当たり	
			経産牛頭数	飼養頭数
	戸	千頭	千頭	頭
平成 24 年	20,100	1,449	943	72.1
25	19,400	1,423	923	73.4
26	18,600	1,395	893	75.0
27	17,700	1,371	870	77.5
28	17,000	1,345	871	79.1
29	16,400	1,323	852	80.7
30	15,700	1,328	847	84.6
31 (旧)	15,000	1,332	839	88.8
31 (新)	14,900	1,339	841	89.9
令和 2	14,400	1,352	839	93.9
3	13,900	1,356	849	97.6

資料：農林水産省統計部「畜産統計」（以下5まで同じ。）

注：平成24年から平成31年（旧）までは畜産統計調査に基づく統計結果である（以下2において同じ。）。

2 肉用牛の飼養戸数・頭数

年 次	飼養戸数	飼養頭数	1戸当たり	
			肉用種頭数	飼養頭数
	戸	千頭	千頭	頭
平成 24 年	65,200	2,723	1,831	41.8
25	61,300	2,642	1,769	43.1
26	57,500	2,567	1,716	44.6
27	54,400	2,489	1,661	45.8
28	51,900	2,479	1,642	47.8
29	50,100	2,499	1,664	49.9
30	48,300	2,514	1,701	52.0
31 (旧)	46,300	2,503	1,734	54.1
31 (新)	45,600	2,527	1,751	55.4
令和 2	43,900	2,555	1,792	58.2
3	42,100	2,604	1,829	61.9

◎ 関連データ

1 生乳生産量

単位：万 t	
年 次	生 乳 生 産 量
平成 28年	739
29	728
30	729
令和 元	731
2	744

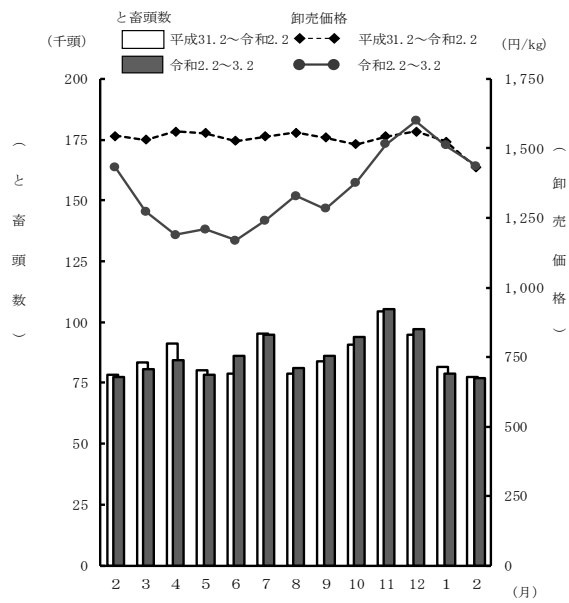
資料：農林水産省統計部「牛乳乳製品統計」

2 生乳価格指数

平成27年＝100	
年 次	価 格 指 数
平成 28年	101.5
29	103.0
30	103.7
令和 元	105.6
2 (概数)	106.2

資料：農林水産省統計部「農産物価統計」

3 全国の成牛と畜頭数及び卸売価格の推移



資料：農林水産省統計部「畜産物流通統計」

注：1 卸売価格は、去勢B-3・2規格

2 令和2年から令和3年は概数である。

【調査（統計）結果】

1 乳用牛及び肉用牛

(1) 乳用牛（統計表16～31ページ参照）

ア 乳用牛の飼養戸数は1万3,900戸で、前年に比べ500戸（3.5%）減少した。

飼養頭数は135万6,000頭で、前年に比べ4,000頭（0.3%）増加した。飼養頭数の内訳をみると、経産牛は84万9,300頭で、前年に比べ10,400頭（1.2%）増加した。

また、未經産牛は50万7,000頭で、前年に比べ6,400頭（1.2%）減少した。

なお、1戸当たり飼養頭数は97.6頭となった。

表1 乳用牛の飼養戸数・頭数（全国）

区 分	飼養戸数	飼 養 頭 数					1 戸当たり 飼養頭数
		計	経 産 牛			未經産牛	
			小 計	搾乳牛	乾乳牛		
実 数	戸	千頭	千頭	千頭	千頭	千頭	頭
令和 2 年	14, 400	1, 352. 0	838. 9	715. 4	123. 5	513. 4	93. 9
3	13, 900	1, 356. 0	849. 3	726. 0	123. 3	507. 0	97. 6
対前年比 (%)							
3／2	96. 5	100. 3	101. 2	101. 5	99. 8	98. 8	1) 3. 7

注： 数値については、表示単位未満を四捨五入したため、合計値と内訳の計が一致しない場合がある（四捨五入の方法については14ページを参照。以下表15まで同じ。）。

1) は対前年差である。

イ 乳用牛の成畜（満2歳以上の牛）飼養頭数規模別にみると、飼養戸数は前年に比べ「100～199頭」及び「200頭以上」の階層で増加したが、これら以外の階層で減少した。

飼養頭数は前年に比べ「100～199頭」及び「200頭以上」の階層で増加したが、これら以外の階層では減少した。

なお、成畜飼養頭数規模別の飼養頭数割合は、「100～199頭」及び「200頭以上」の階層で全体の約5割を占めている。

表2 乳用牛の成畜飼養頭数規模別飼養戸数・頭数（全国）

区 分	単位	成 畜 飼 養 頭 数 規 模							
		計	1～19頭	20～29	30～49	50～79	80～99	100～199	200頭以上 300頭以上
飼 養 戸 数									
実 数 令和2年	戸	14,000	2,890	1,880	3,500	2,870	952	1,400	561 288
3	〃	13,500	2,730	1,740	3,280	2,820	946	1,420	610 316
対前年比 3／2	%	96.4	94.5	92.6	93.7	98.3	99.4	101.4	108.7 109.7
構 成 比 令和3年	〃	100.0	20.2	12.9	24.3	20.9	7.0	10.5	4.5 2.3
飼 養 頭 数									
実 数 令和2年	千頭	1,339.0	62.9	70.2	206.2	269.6	128.5	279.0	322.3 228.4
3	〃	1,340.0	59.6	63.4	190.6	264.3	127.6	280.9	353.5 254.0
対前年比 3／2	%	100.1	94.8	90.3	92.4	98.0	99.3	100.7	109.7 111.2
構 成 比 令和3年	〃	100.0	4.4	4.7	14.2	19.7	9.5	21.0	26.4 19.0

注：1 学校、試験場等の非営利的な飼養者を含む。

2 飼養頭数は、子畜（2歳未満の牛で、分べん経験のない牛）を含む全ての乳用牛である。

3 割合については、単位未満を四捨五入したため、内訳の計が100%とならない場合がある（以下表15まで同じ。）。

ウ 全国農業地域別にみると、乳用牛の飼養戸数は、前年に比べ全ての地域で減少した。

飼養頭数は、前年に比べ北海道、近畿、中国及び沖縄で増加したが、これら以外の地域では減少した。

なお、地域別の飼養頭数割合は、北海道が全国の約6割を占めている。

表3 乳用牛の全国農業地域別飼養戸数・頭数

区 分	単位	全 国	北海道	東 北	北 陸	関 東 ・ 東 山	東 海	近 畿	中 国	四 国	九 州	沖 縄
飼 養 戸 数												
実 数 令和2年	戸	14,400	5,840	2,080	284	2,710	607	434	629	305	1,410	66
3	〃	13,900	5,720	2,010	267	2,570	587	412	601	288	1,360	64
対前年比 3/2	%	96.5	97.9	96.6	94.0	94.8	96.7	94.9	95.5	94.4	96.5	97.0
全国割合 令和3年	〃	100.0	41.2	14.5	1.9	18.5	4.2	3.0	4.3	2.1	9.8	0.5
飼 養 頭 数												
実 数 令和2年	千頭	1,352.0	820.9	99.2	12.4	172.4	48.5	24.6	47.6	16.9	105.5	4.3
3	〃	1,356.0	830.3	98.3	12.3	170.5	47.6	24.7	47.7	16.7	104.0	4.3
対前年比 3/2	%	100.3	101.1	99.1	99.2	98.9	98.1	100.4	100.2	98.8	98.6	101.4
全国割合 令和3年	〃	100.0	61.2	7.2	0.9	12.6	3.5	1.8	3.5	1.2	7.7	0.3

注：沖縄の飼養頭数の対前年比は、小数第2位までの実数をもとに算出している。

(2) 肉用牛（統計表32～55ページ参照）

ア 肉用牛の飼養戸数は4万2,100戸で、前年に比べ1,800戸（4.1%）減少した。

飼養頭数は260万4,000頭で、前年に比べ4万9,000頭（1.9%）増加した。飼養頭数の内訳をみると、肉用種は182万9,000頭で前年に比べ3万7,000頭（2.1%）増加した。このうち、子取り用めす牛は63万2,800頭で、前年に比べ1万800頭（1.7%）増加した。

また、乳用種は77万5,200頭で前年に比べ1万1,800頭（1.5%）増加した。

なお、1戸当たり飼養頭数は61.9頭となった。

表4 肉用牛の飼養戸数・頭数（全国）

区 分	飼養戸数	飼 養 頭 数						1戸当たり 飼養頭数
		計	肉用種	子取り用 めす牛	乳 用 種			
					小 計	ホルスタ イン種他	交雑種	
実 数	戸	千頭	千頭	千頭	千頭	千頭	千頭	頭
令和2年	43,900	2,555.0	1,792.0	622.0	763.4	267.9	495.4	58.2
3	42,100	2,604.0	1,829.0	632.8	775.2	249.4	525.7	61.9
対前年比 (%)								
3／2	95.9	101.9	102.1	101.7	101.5	93.1	106.1	1) 3.7

注：1) は対前年差である。

イ 肉用牛の総飼養頭数規模別にみると、飼養戸数及び飼養頭数は、ともに前年に比べ「1～4頭」、「5～9頭」、「10～19頭」及び「20～29頭」の階層で減少したが、これら以外の階層では増加した。

なお、総飼養頭数規模別の飼養頭数割合は、「500頭以上」の階層が全体の約4割を占めている。

表5 肉用牛の総飼養頭数規模別飼養戸数・頭数（全国）

区 分	単位	総 飼 養 頭 数 規 模									
		計	1～4頭	5～9	10～19	20～29	30～49	50～99	100～199	200～499	500頭以上
飼 養 戸 数											
実 数 令和2年	戸	43,900	10,700	8,890	8,070	4,010	4,020	3,920	2,180	1,400	743
3	〃	42,100	9,700	8,260	7,770	3,880	4,130	3,950	2,210	1,420	764
対前年比 3／2	%	95.9	90.7	92.9	96.3	96.8	102.7	100.8	101.4	101.4	102.8
構 成 比 令和3年	〃	100.0	23.0	19.6	18.5	9.2	9.8	9.4	5.2	3.4	1.8
飼 養 頭 数											
実 数 令和2年	千頭	2,555.0	28.7	63.4	117.3	101.5	161.5	286.8	317.6	436.9	1,042.0
3	〃	2,604.0	26.1	59.2	113.7	98.6	166.2	290.6	322.0	445.0	1,083.0
対前年比 3／2	%	101.9	90.9	93.4	96.9	97.1	102.9	101.3	101.4	101.9	103.9
構 成 比 令和3年	〃	100.0	1.0	2.3	4.4	3.8	6.4	11.2	12.4	17.1	41.6

注：学校、試験場等の非営利的な飼養者を含む。

ウ 全国農業地域別にみると、肉用牛の飼養戸数は、前年に比べ全ての地域で減少した。

飼養頭数は、前年に比べ北陸及び四国で減少したが、これら以外の地域では増加した。

なお、地域別の飼養頭数割合は、九州が全国の約4割を占めている。

表6 肉用牛の全国農業地域別飼養戸数・頭数

区 分	単位	全 国	北海道	東 北	北 陸	関 東 ・ 東 山	東 海	近 畿	中 国	四 国	九 州	沖 縄
飼 養 戸 数												
実 数 令和2年	戸	43,900	2,350	11,100	343	2,790	1,100	1,500	2,430	667	19,300	2,350
3	〃	42,100	2,280	10,500	340	2,660	1,070	1,450	2,310	645	18,500	2,250
対前年比 3／2	%	95.9	97.0	94.6	99.1	95.3	97.3	96.7	95.1	96.7	95.9	95.7
全国割合 令和3年	〃	100.0	5.4	24.9	0.8	6.3	2.5	3.4	5.5	1.5	43.9	5.3
飼 養 頭 数												
実 数 令和2年	千頭	2,555.0	524.7	334.5	21.7	272.4	121.8	89.1	124.3	59.9	927.1	79.7
3	〃	2,604.0	535.8	335.1	21.1	277.1	122.2	90.4	128.3	59.6	952.5	81.9
対前年比 3／2	%	101.9	102.1	100.2	97.2	101.7	100.3	101.5	103.2	99.5	102.7	102.8
全国割合 令和3年	〃	100.0	20.6	12.9	0.8	10.6	4.7	3.5	4.9	2.3	36.6	3.1

令和3年7月29日

独立行政法人 家畜改良センター

乳用牛（ホルスタイン種）の遺伝的能力評価 2021-8月評価に係る変更点について

1. 暑熱耐性の遺伝的能力評価の開始

ホルスタインは乳用牛の中で最も泌乳能力が高い一方、暑熱ストレスに弱い品種であることが知られています。近年の地球温暖化の影響により、乳用牛に対する暑熱ストレスによる乳量の低下や繁殖性の悪化等の影響が大きくなり、暑熱ストレスへの耐性の遺伝的改良が望まれています。そこで、帯広畜産大学の萩谷研究室の研究結果を基に暑熱耐性の遺伝的能力評価を2021-8月評価から開始します。

*主要国ではオーストラリア（2017年12月）に次いで2番目に開始

暑熱耐性の計算方法

一般に、暑熱ストレスの大きさは、毎日の日平均気温（℃）と日平均相対湿度（％）から計算した湿湿度指数（ $THI = 1.8 \times \text{日平均気温（℃）} + 32 - (0.55 - 0.0055 \times \text{日平均相対湿度（％）}) \times (1.8 \times \text{日平均気温（℃）} - 26)$ ）で表されます。暑熱耐性は、各牛群に対して最寄りの気象観測所等の毎日のTHIを照合し、THIの変化に対する乳量および体細胞スコア（乳房炎と関係があり、乳房炎になると体細胞スコアが増加）の変動を暑熱ストレスの指標として遺伝的能力評価を行い、その結果から次のように計算されます。

まず、 $THI = 60$ （気温が約16℃、湿度が約50%）と $THI = 72$ （気温が約25℃、湿度が約50%）の環境における乳量および体細胞スコアの評価値の差を暑熱耐性（乳量）と暑熱耐性（体細胞スコア）として、以下の経済的な重みづけにより暑熱耐性（円）を求めます。

暑熱耐性（円）

$$= 35.7 \text{ 円} \times \text{暑熱耐性（乳量）} - 143.5 \text{ 円} \times \text{暑熱耐性（体細胞スコア）} \dots \textcircled{1}$$

*「35.7円」は平成27～29年の生乳1kg当たりの所得、「-143.5円」は平均的な乳用牛における日乳量に対する体細胞スコアの増加による経済的損失

次に、以下の式により求めた暑熱耐性の標準化育種価（SBV）を評価値として公表します。

暑熱耐性の標準化育種価（SBV）

$$= \frac{\text{暑熱耐性（円）} - \text{遺伝ベース年生まれの雌牛の平均値（円）}}{\text{遺伝ベース年生まれの雌牛の標準偏差（円）}} \dots \textcircled{2}$$

なお、SBV は体型形質（線形）および泌乳持続性にも使われています。参考までに、SBV の範囲とそこに含まれる牛の割合を図 1 に示しています。評価値が±1 の範囲に約 68% の牛が入り、評価値が±2 の範囲では約 95% の牛が入ります。したがって、+2 を超える牛は全体の約 2.5% となります。

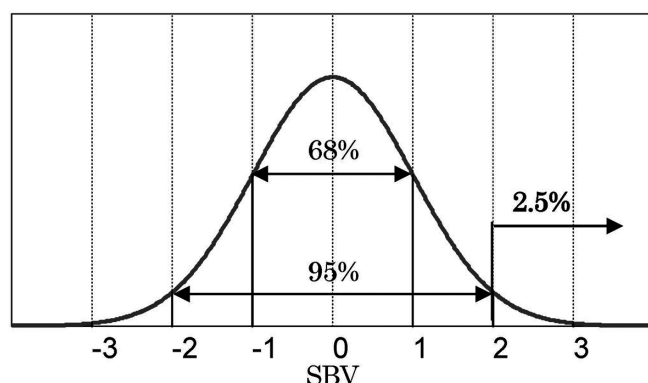


図 1 SBV の範囲と含まれる牛の割合

暑熱耐性の評価値の使い方

暑熱耐性の評価値が高い（暑熱耐性が良い）牛は、THI が増加しても乳量は低下しにくく、体細胞スコアは増えにくい牛であり、逆に暑熱耐性の評価値が低い（暑熱耐性が悪い）牛は、乳量が低下しやすく、体細胞スコアは増えやすい牛となります。

なお、今回開始する暑熱耐性の評価値は、牛に対する暑熱の影響を検出するために乳量と体細胞スコアを利用して①と②の式により求めており、評価値が 1 ポイント違うと乳量と体細胞スコアの面において一日当たり一頭につき 10 円程度の所得の差が生じることになります。

しかし、暑熱ストレスの影響はこれら形質だけでなく、疾病や繁殖性と関連があることがわかっています。そこで、表 1 に種雄牛における暑熱耐性とその他の形質との評価値間の相関を示しました。上述したとおり、暑熱耐性が良いと乳量の低下量が少ない関係にあります。暑熱耐性は泌乳能力とは好ましくない関係（泌乳能力が高い個体は、相対的に暑熱ストレスの影響による乳量の低下量が大きくなるため）にあり、暑熱耐性が高いと泌乳能力が低くなる傾向があります。一方で、体細胞スコアや繁殖性（初産娘牛受胎率・空胎日数）とは好ましい関係にあり、暑熱耐性が高いと体細胞スコアが低く、繁殖性が良い傾向にあることが分かります（表 2）。したがって、暑熱耐性の利用は、暑熱ストレス耐性を遺伝的に改良することによって、暑熱環境下における乳量の低下、健全性や繁殖性の改善など、経済的に影響の大きい形質に対する暑熱ストレスの影響を幅広く改善することを目的としています。

表 1 暑熱耐性とその他の形質間の関係性

形質	相関
乳量	−0.45
体細胞スコア	−0.34
初産娘牛受胎率	0.25
空胎日数	−0.29

表 2 暑熱環境下における暑熱耐性の評価値と乳量、体細胞スコアおよび繁殖性の関係
(○=好ましい関係、×=好ましくない関係)

暑熱耐性	乳量		体細胞スコア	繁殖性	
	泌乳能力	低下量*		受胎率	空胎日数
高い (良い)	×	○	○	○	○
低い (悪い)	○	×	×	×	×

*乳量の低下量とは、暑熱ストレスの影響によって低下してしまう乳量

また、図 2 には後代検定種雄牛と雌牛について暑熱耐性の遺伝的趨勢を示しましたが、暑熱耐性は年々悪くなる傾向が伺えます。したがって、近年の地球温暖化の影響により夏季の暑熱ストレスが以前よりも厳しくなっている状況下において、暑熱耐性の改良は重要になっています。

ただし、暑熱耐性に関する遺伝率は、乳量で 0.011、体細胞スコアで 0.005 と低く、また評価値自体の信頼度は泌乳形質ほど高くないことから、交配種雄牛や後継牛を選定する際、暑熱耐性を過度に重視するのではなく、同じような泌乳能力の牛を選定する際の 2 次情報として暑熱耐性を利用することが望ましいと考えています。

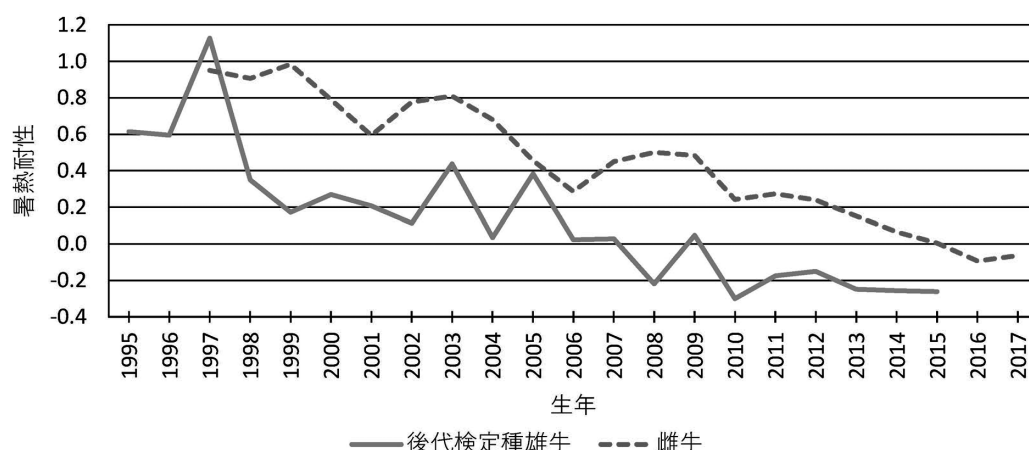


図 2 暑熱耐性の遺伝的趨勢

2. パーラーシステムの設置された不定時搾乳牛群における牛群検定 (AZ) 法の記録を追加

令和 3 年 3 月の全国牛群検定推進会議において、パーラーシステムの設置された不定時搾乳牛群における牛群検定 (AZ) 法が公式記録として承認されました。そこで、2021・8 月の国内評価から AZ 法の記録を追加いたします。これにより、パーラーシステムを導入している大規模酪農家の牛群検定参加への負担が軽減され、表 3 の頭数が 2021・2 月評価より増加します。なお、AZ 法の詳細については乳用牛群検定全国協議会 (<http://liaj.or.jp/kyogikai/>) にお問い合わせください。

表 3 AZ 法の採用による記録数と雌牛頭数の増加量

	2021・2 月	AZ 法増加量
全記録数	90,773,414	+3,819
初産記録	37,000,623	+1,803
2 産記録	30,930,049	+1,268
3 産記録	22,842,742	+748
雌牛数	4,519,000	+225

乳用牛の暑熱耐性の遺伝的能力評価を開始します

近年の地球温暖化の影響により、乳用牛では暑熱ストレスによる乳量の低下や繁殖性が悪化しており、暑熱ストレスへの耐性の遺伝的改良が望まれています。そこで、(独)家畜改良センターは、帯広畜産大学の萩谷研究室の研究結果を基に暑熱耐性の遺伝的能力評価を2021・8月評価から新たに開始します(主要国ではオーストラリア(2017年12月)に次いで2番目の開始)。

暑熱耐性は、各牛群の最寄りの気象観測所等で計測された1日毎の平均気温(℃)と平均湿度(%)から計算した温湿度指数(THI、いわゆる不快指数)の変化に対する乳量と体細胞スコア(乳房炎と関係があり、乳房炎になると体細胞スコアが増加)の変動から評価値が求められます。

暑熱耐性の評価値が高い(暑熱耐性が良い)牛は、THIが増加しても乳量は低下しにくく、体細胞スコアは増えにくい牛であり、逆に暑熱耐性の評価値が低い(暑熱耐性が悪い)牛は、乳量が低下しやすく、体細胞スコアは増えやすい牛となります。

このように、暑熱耐性が良いとTHIの増加に伴う乳量の低下の影響は小さくなる関係にあります。暑熱耐性は泌乳能力とは好ましくない関係(泌乳能力が高い個体は、相対的に暑熱ストレスの影響による乳量の低下量が大きくなるため)にあり、暑熱耐性が高いと泌乳能力が低くなる傾向があります(表)。一方で、体細胞スコアや繁殖性(受胎率・空胎日数)とは好ましい関係にあり、暑熱耐性が高いと体細胞スコアが低く、繁殖性が良い傾向にあります。したがって、暑熱耐性の評価値を利用して暑熱ストレス耐性を遺伝的に改良することは、暑熱環境下における乳量の低下、健全性や繁殖性の改善など、経済的に影響の大きい形質に対する暑熱ストレスの影響を幅広く改善することが期待できます。

表 暑熱環境下における暑熱耐性の評価値と乳量、体細胞スコアおよび繁殖性の関係
(○=好ましい関係、×=好ましくない関係)

暑熱耐性	乳量		体細胞スコア	繁殖性	
	泌乳能力	低下量*		受胎率	空胎日数
高い(良い)	×	○	○	○	○
低い(悪い)	○	×	×	×	×

*乳量の低下量とは、暑熱ストレスの影響によって低下してしまう乳量

ただし、暑熱耐性に関する遺伝率と信頼度は泌乳形質ほど高くないことから、交配種雄牛や後継牛を選定する際、暑熱耐性を過度に重視するのではなく、同じような泌乳能力の牛を選定する際の2次情報として暑熱耐性を利用することが望ましいと考えています。

2021-8 月乳用種雄牛評価成績より NTP 第 4 位にシルバー息牛がデビュー！ コマンダー息牛及びデイ息牛も新規選抜！！ J-Sire からマウイ息牛も登場！

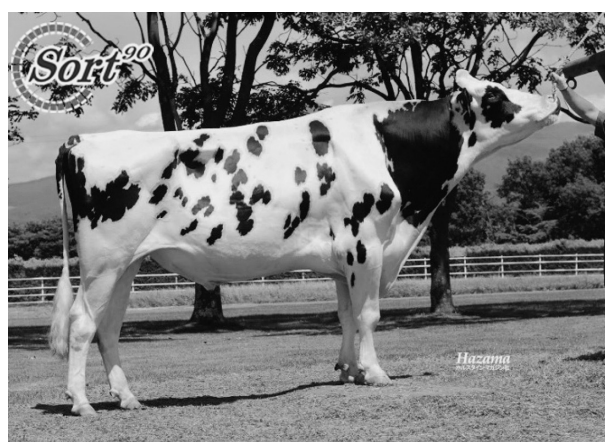
令和 3 年 8 月 3 日、独立行政法人家畜改良センターから、乳用種雄牛評価成績 2021-8 月が公表され、当団からは「プレジデント」、「トレンディ」、「クオーツ」の 3 頭が新たなメニューに加わりました。また、J-Sire から待望の新規牛「トムバツク」が選抜されました。

今回の評価より暑熱耐性の遺伝的能力評価が開始されました。暑熱耐性の遺伝的能力評価は、暑熱ストレスに対する耐性を表す指数で、評価値が高いほど暑熱環境における乳量の低下量が少なく、体細胞スコアや繁殖性などの影響を受けにくい傾向があります。

なお、「プレジデント」と「トムバツク」は性選別精液（Sort⁹⁰）の供給を予定しておりますので、販売が開始された際には是非ともご利用ください。

JP5H57864

プラスフジ プレジデント ET



「プレジデント」（シルバー×マツセイ×スノーマン）は、数々の種雄牛を輩出した「シヨトル メイ」ファミリーから誕生し、2021-8 月評価成績において NTP 第 4 位で選抜されました。本牛の特徴として乳成分率がオールプラスであり、産乳成分（第 4 位）と長命連産効果（第 9 位）に優れています。特に乳脂肪量と乳脂肪率の改良力は、国内トップの能力を有しております。さらに、サイズは中程度で理想的な後肢構造に加え、後乳房の高さと幅に魅力を持った 1 頭です。

乳用種雄牛評価成績 2021-8 月（NTP40 以内）

NTP 順位	略号	名号	NTP					乳代 効果 (円)	長命 連産 効果 (円)	泌乳形質 (GEBV)								体型形質 (GEBV)					繁殖形質				Sire
				産乳 成分	耐久性 成分	疾病繁 殖成分	Milk (kg)			Fat (%)		Pro (%)		SNF (%)		体細胞 スコア	体幹と 骨格	肢蹄	乳用 強健性	乳器	決定 得点	犏牛 受胎率 (%)	空胎 日数	泌乳 持続性	暑熱耐 性		
NEW	2	JP5H57685	ハウル	2,767	2,387	416	-36	97,855	89,931	652	73	0.47	42	0.21	76	0.24	2.03	-0.55	0.51	0.16	1.52	0.83	36	143	-0.41	-0.22	シルバー
	4	JP5H57864	プレジデント	2,583	2,381	204	-2	99,214	75,313	707	75	0.47	41	0.17	79	0.13	1.93	-0.06	0.26	0.53	0.96	0.69	41	139	-0.67	-0.48	シルバー
NEW	15	JP2H58027	トムバツク	2,220	2,095	93	32	122,147	45,544	1,167	42	-0.03	46	0.08	104	0.02	1.98	0.55	0.07	0.78	0.83	0.72	43	136	0.52	-0.22	マウイ
NEW	16	JP5H57711	トレンディ	2,133	2,175	7	-49	147,696	49,323	1,440	43	-0.14	48	-0.01	132	0.06	2.18	0.51	-0.20	0.87	0.24	0.45	38	144	0.49	-0.95	コマンダー
NEW	28	JP5H57429	スノーボール	1,910	1,934	198	-222	100,980	27,431	929	23	-0.14	49	0.19	100	0.22	2.59	0.31	0.37	0.46	0.88	0.81	30	164	1.11	-2.93	レイト イット スノー
	30	JP5H57914	クオーツ	1,878	1,693	86	99	116,670	47,221	1,152	44	-0.01	33	-0.05	87	-0.09	1.78	-0.84	-0.20	0.05	0.46	0.19	42	135	1.89	1.40	デイ
	34	JP5H57516	サファイア	1,848	1,946	-18	-80	99,194	30,071	856	48	0.15	39	0.11	84	0.07	2.66	0.49	0.11	0.31	0.15	0.27	46	131	-0.94	-1.65	デイズエンダー
	35	JP5H57164	カブレア	1,842	1,937	-8	-87	149,892	30,160	1,427	57	0.04	35	-0.11	111	-0.04	1.81	-1.27	-0.02	0.43	0.02	-0.09	30	165	2.00	-0.85	アルタオーク

NEW は2021-8月評価新規選抜牛

はNTPTOP40における各形質TOP10

JP5H57711

H. L ポーマツズ トレンデイ



「トレンデイ」はコマンダー×ジェラード×マセラテイというユニークな血統構成を有し、NTP 第 16 位で選抜されました。本牛の特徴は泌乳能力の高さです。乳代効果（第 3 位）、乳量（第 4 位）、さらには産乳成分（第 7 位）に優れています。また、高乳量を支えるための力強いフレームと乳用強健性（第 6 位）の高さも持ち合わせており、まさに牧場経営の収益アップに大きく貢献する 1 頭となっております。

JP5H57914

オムラ クオーツ



「クオーツ」(デイ×アルタオーク×オースタイル)は、ゲノミック評価の高さから全米の注目を集めた「エロイ」ファミリーから誕生し、NTP 第 30 位で選抜されました。本牛は、今回の評価成績より新たに加わった暑熱耐性に優れており（第 4 位）、暑熱ストレスに強い特徴があります。そのため、泌乳持続性（第 7 位）が高く、体細胞スコア（第 10 位）も低く、疾病繁殖成分（第 8 位）に優れています。さらに、乳房の付着も良く、特に前乳頭の配置が理想的かつ、後乳頭の配置も外付きでまさにロボット搾乳に適応可能な一面も持っています。

JP2H58027

NLBC マウリツツ トムバツク



「トムバツク」(マウイ×マツセイ×スノーマン)は、J-Sire から NTP 第 15 位で選抜されました。本牛の特徴として乳量（第 10 位）が非常に高く、乳蛋白質量（第 5 位）、無脂固形分量（第 10 位）も優れており、抜群の収益性が期待できます。付着の強い乳器と理想的な蹄の角度を有し、生涯生産性の向上も魅力の 1 頭です。さらに、管理形質にも優れ、気質の良さ、在群能力の高さ、泌乳持続性も良好です。

本協会だより

1. 令和3年度事業推進ブロック会議

本年度の事業推進ブロック会議は、COVID-19感染拡大の影響により、すべて中止となり、連絡ならびに報告事項は書面により行いました。

2. 第50回家畜人工授精優良技術発表全国大会開催について

第50回優良技術発表全国大会は、令和3年度第1回理事会の承認を得て令和4年2月14日（月）に日経ホール（東京都千代田区大手町）で開催することとしておりました。しかし、COVID-19の感染の収束が見込めず、これまで通りの開催は非常に難しい状況にあります。

そこで、今大会の開催もオンライン（録画配信）で行うことといたしました。

昨年度に引き続き、録画配信による開催に当たっては、何かと行き届かない点多々あるかとは存じますが、多くの皆様に視聴をしていただきたいと存じます。

現在、開催に向けた準備を進めておりますが、大会の概要をお知らせいたします。

なお、本大会の開催の一部はJRA日本中央競馬会の特別振興資金の助成を受けておりますことを申し添えます。

(1) 開催方法

本大会はオンライン開催とし、発表は録画配信とします。

会員の皆様にはパスワードを別途連絡いたします。

(2) 開催日時

視聴期間は令和4年2月14日（月）～21日（月）の一週間とします。

期間中は、24時間いつでもご覧になれます。

(3) 開催場所

オンライン開催ですので、皆様のPC・スマホ・タブレット等からご視聴ください。オンライン入り口は、日本家畜人工授精師協会ホームページに設置します。

(4) 優良技術発表演題数

最大11題

(5) 西川賞授与

優秀発表者2名に西川賞を授与いたします。

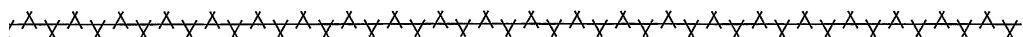
(6) 発表要旨

今大会は、例年の発表要旨集を配布いたしません。発表原稿は、機関誌「家畜人工授精」第313号（令和4年4月号）から順次掲載いたします。

(7) その他

発表内容に対する質疑が受けられるよう、コメント欄を準備いたします。

録画内容は、ダウンロード禁止措置を設定いたします。



あ と が き

本協会では、人工授精ならびに胚移植の受胎率向上を目指し、超音波検査技術の導入を進めています。

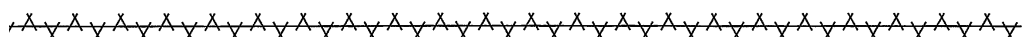
知識としては知っていても実際には画像を見たことがない、あるいは機器導入など施設面の充足には至っていないなど様々な状況にあるかと思いますが、今号では超音波検査技術について特集を組みました。

静止画像ではイメージが付きにくいかもしれませんが、極力きれいな画像をお示ししたいと考え、本文に掲載されている写真を口絵でも紹介いたしましたので、参考となれば幸いです。

また、新型コロナウイルスが収束できない中で研修会等の開催は難しいところですが、今年度も超音波検査に係る研修会の開催に努め、一人でも多くの技術者の皆様に実体験をしていただきたいと考えています。

前号に引き続き、日本胚移植技術研究会のご厚意により、全世界の胚移植の統計(2019年)を掲載いたしました。

受胎率向上のための新たな技術を導入することを促進していますが、人工授精も胚移植も成果を数値として捉える必要があると感じています。



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

令和3年9月27日 印刷
令和3年9月30日 発行
家畜人工授精 第311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

防水

優れた
耐久性

多目的
ポケット



PRODUCTS



AGサイドバッグ

繁殖検診 Aタイプ

効率的に作業を行う為に、
機能的なAGオリジナルのサイドバッグ。
防水性・耐久性に優れ、多機能ポケットを
備えたバッグは牛舎での作業を効率よく
サポートしてくれます。
5ヶ所の収納ポケット付きで、必要なもの
を一緒に持ち運べます。

※繁殖検診用手袋などのポケットに入っている物は付属しません。



スリムで
高い収容
能力

車載
輸送に
最適

長期保存
大量管理



AG
オリジナル
人気モデル

液体窒素容量
11L

MVE

液体窒素保存容器

JPN-11/64

スリムなのに収納力抜群!!
長期保存に優れた日本オリジナルモデル。
大口径キャニスターで従来モデルより
1.7~2.7倍の収容能力!! 9分割板仕切板で
大量管理もOK。車載用輸送用にも最適です。



48mm

F1でも活躍!



百合茂-福之国-安平

生年月日:平成25年1月17日
遺伝病:フリー
産地:福島県東白川郡鮫川村

(撮影:肉牛新報社)

お産は軽く、子牛は丈夫ですくすく育つ!

AG黒28
YURIYOSHI

百合茂

- ◆栃木県雄牛育種価 第2位 (脂肪交雑) <脂肪交雑順位上位10位中 枝肉重量第1位>
- ◆宮城県雄牛育種価 第3位 (脂肪交雑) <脂肪交雑順位上位10位中 枝肉重量第1位>
- 交雑種 ◆ななかびーふ枝肉共励会 最優秀賞3回受賞
- ◆第31回 横浜ミートフェア 最優秀賞受賞
- ◆令和2年度 第2回月例牛枝肉共進会(仙台牛) 名誉賞受賞
- ◆第92回 静岡県畜産共進会(雌牛) 最優秀賞受賞
- 黒毛和牛 ◆第22回 東北・北海道連合肉用牛枝肉共進会 優秀賞2席受賞
- ◆農林水産祭参加 第59回仙台牛枝肉共進会 最優秀賞受賞

〈販売元〉

株式会社エージートレーディング

鈴鹿事務所

〒519-0271 三重県鈴鹿市西庄内町4534
TEL:059-358-8811 FAX:059-358-8812

北海道支店

〒089-1182 北海道帯広市川西町西二線25番地4
TEL:0155-59-2350 FAX:0155-59-2351

〈お問い合わせ〉

アニマルジェネティクスジャパン株式会社

鈴鹿事務所

〒519-0271 三重県鈴鹿市西庄内町4520
TEL:059-371-6010 FAX:059-371-6011

北海道支店

〒089-1182 北海道帯広市川西町西二線25番地4
TEL:0155-59-2811 FAX:0155-59-2812



Animal Genetics Japan Co., Ltd.
AGTrading Co., Ltd.

<http://www.agjapan.co.jp/> AGジャパン

T牧場様(愛知県豊田市)

[使用機種:牛歩10Jump/ネックタイプ牛歩]

牛歩10 Jump

452

24時間計

152

平均値

3.0

倍率

1 1

1 2

1 3

1 4

1 5

1 6

1 7

1 8

1 9

2 0

発情牛を
点滅でお知らせ

メール
で通知

発情

操作簡単

発情発見システム

牛歩®

ネックタイプ 牛歩



牛歩

牛歩10

Step

クラウド型管理アプリ

Step

お近くのユーザー様から、生の声をお聞きになってみてください。

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>

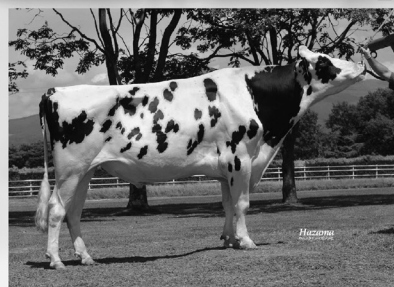


2021-8月

NEW JP5H57864 *Sort*⁹⁰ FCMax プレジデント

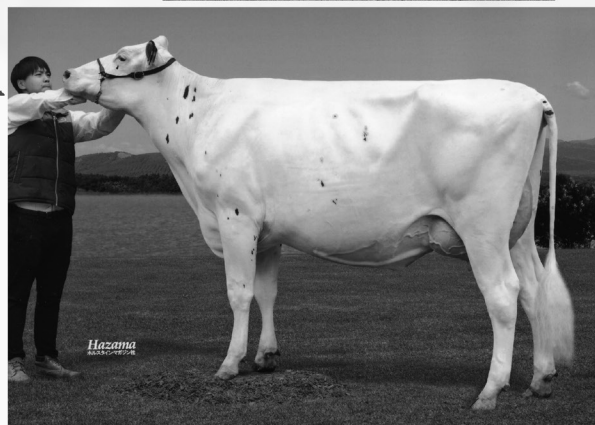
(シルバー × マツセイ × スノーマン)

乳脂量 1位 乳脂% 1位 産乳成分 4位 長命産産効果 9位 乳蛋白質% 10位



NTP+2,583 No.4

乳脂肪量 & 率 No.1 の改良力
理想的な後肢構造！
後乳房の高さの改良も魅力！



娘：フォレスト ミツキーランド プレジデント 北海道釧路市 (株) フォレストファーム 所有 母の父：ストレチア ミラクル ジャスティス ET

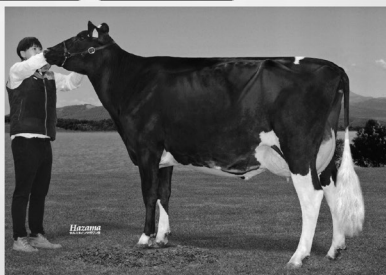
能力抜群！！
魅力たっぷり

★実力派★

ニューフェイス達が鮮烈デビュー！

NEW JP5H57711 トレンディ

(コマンダー × ジエラード × マセラティ)

SNF量 2位 乳代効果 3位 乳量 4位 乳蛋白質量 4位
乳用強健性 6位 産乳成分 7位 体貌と骨格 10位娘：プラムツリー レック トレンディ
北海道釧路市 (有) ハイエストファーム 所有
母の父：ミットフィールド CCM アイオン

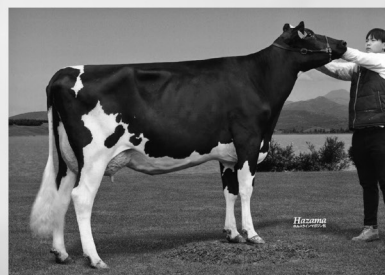
NTP+2,133 No.16

抜群の乳代効果で収益 UP
高乳量を支える
力強いフレーム！

NEW JP5H57914 クオーツ

(デイ × アルタオーク × オースタイル)

暑熱耐性 4位 泌乳持続性 7位 疾病繁殖性成分 8位 体細胞数 10位

娘：ホームステッド クオーツ オフ
北海道釧路市 農事組合法人 清和農場 所有
母の父：リートベンティ オフ ET

NTP+1,878 No.30

暑熱ストレスに強い！
理想的な乳頭配置で
ロボット搾乳にも適応！

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

■十勝種雄牛センター Tel. 0155-54-2889
北海道事業所 Tel. 011-242-9641
■盛岡種雄牛センター Tel. 019-683-2450■前橋種雄牛センター Tel. 027-269-3311
東海近畿事業所 Tel. 0564-57-2055
北関東駐在所 Tel. 028-678-5424■岡山種雄牛センター Tel. 0868-57-2475
■熊本種雄牛センター Tel. 096-279-2647

お問い合わせは、最寄りの種雄牛センターへ