

家畜人工授精

2021 4月 (通巻309号)

目 次

技 術 情 報	特集 夏季対策集	
	1 ～夏を制する者は“繁殖”を制す～ 今から畜舎の暑熱対策を始めましょう！ …………… 兵庫県丹波県民局丹波農業改良普及センター 永井秀樹 (1)	
	2 夏の繁殖成績改善に向けて ～現場獣医師鳥羽の戦略～ …………… (有)知多大動物病院 三重分院 鳥羽雄一 (13)	
	3 暑熱期の体温調整	
	ふくおか県酪農業協同組合久留米地区乳牛診療人工授精所 貞刈 陽 (23)	
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 第49回家畜人工授精優良技術発表全国大会の概要…………… (26)	
	主催者挨拶…………… 一般社団法人日本家畜人工授精師協会 宮島成郎 (27)	
	祝辞…………… 農林水産省生産局畜産部畜産振興課 課長補佐 加茂前清尚 (29)	
	優良技術発表に対する講評…………… 元岩手大学農学部教授 居在家義昭 (31)	
	西川賞受賞者発表要旨	
	管内黒毛和種繁殖牛の妊娠期間に及ぼす要因について…………… 土江 博 (35)	
	繁殖牛の栄養管理技術と地域への普及に向けた取り組み…………… 佐藤 綾 (40)	
シ リ ー ズ 人 工 授 精 1 お 知 ら せ	ミツバチの人工授精 …………… 玉川大学学術研究所ミツバチ科学研究センター 中村 純 (46)	
	乳用牛の遺伝的能力評価における変更点及び乳用牛評価報告2021-2月 (国内評価)の公表について…………… 独立行政法人 家畜改良センター (57)	
事 業 団 便 り	…………… (61)	
本 協 会 だ よ り	…………… (64)	
あ と が き	…………… (65)	
企 業 案 内	コムテック (表紙-2)、家畜改良事業団 (表紙-3) エージートレーディング (表紙-4)、富士平工業 KK (66頁)	



一般社団法人 日本家畜人工授精師協会
(AIAJ)

発情発見システム

牛歩[®]

経営継続補助金一次申請採択

WEB牛歩 32台^{*}

牛歩10 58台^{*}



※スタンダード牛歩を含む



※牛歩10Jumpを含む

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>



特集 夏季対策 1

～夏を制する者は“繁殖”を制す～
今から畜舎の暑熱対策を始めましょう！

兵庫県丹波農業改良普及センター
永井 秀樹

はじめに

繁殖管理の目的は、計画的に妊娠牛を確保することです。まずは授精すること（発情発見率を上げること）、そして受胎させること（受胎率を上げること）です。しかしながら、暑熱期には発情兆候がなく（見つけられず）、授精しても受胎しない事態に陥りがちです。牛の生理的な要因や乾物摂取量（DMI）の低下による栄養不足など、様々な要因が複雑に絡み合っています。生産面への影響として、乳牛なら暑熱期には乳量が低下しますが、涼しくなるとともに徐々に戻ってきます。しかし、繁殖成績は回復が遅れ、その影響が長期に及ぶこともあり、ダメージはより深刻です。

そこで本稿では、畜舎環境の改善からのアプローチとして、昨今の酷暑の夏を乗り切るための暑熱対策のポイントについて、主に乳牛舎での実例をもとに解説していきます。

1. 外部からの熱の侵入を防ぐ

当たり前のことですが、まずは直射日光を畜舎に入れないことです。特に夏から秋の夕刻の西日は堪えません。植物を使った日陰づくりや遮

光シートの利用などがよく現場では行われています（写真1）。

また、屋根や壁からの輻射熱対策も重要です。日中の日光によって屋根や壁は高温となり、その熱は間接的に畜舎内部へ放射されます（写真2）。

この放射は夜間も続きます。図1はドロマイト石灰乳を屋根に塗布した牛舎内温度の推移です。未塗布の対照牛舎と比較して夜間でも1℃以上の差がありました。

この石灰乳の塗布は、一般的に広く普及している方法です。施工費も安価です。実施した後の牛舎内の体感温度で効果はその日のうちに実感できますが、ほとんど1シーズンで剥がれてしまい、毎年の施工が必要となります（写真3）。

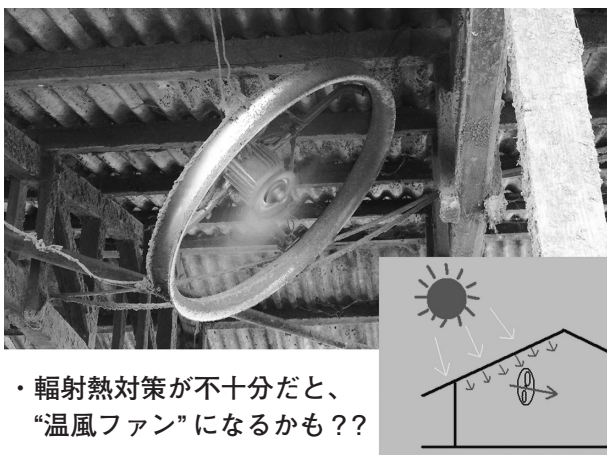
ほかに屋根散水も簡単に取り組める対策です。屋根上にスプリンクラーや散水チューブを取り付けて、屋根を冷やします。ただし、相当な水量が必要になることや、排水対策が不十分な場合は周辺環境を悪化させることもあります（写真4）。

また、遮熱塗料や断熱資材の付着などコスト



左上：植物を使った西日除け
 ・夏から秋にかけて旺盛となる植物（琉球アサガオ等）を選ぶ
 左下：琉球アサガオによる日陰棚
 右上：牛舎壁面に遮熱シート
 ・高い効果はあるが牛舎内は暗くなる

写真 1 直射日光を遮蔽する



・輻射熱対策が不十分だと、“温風ファン”になるかも??

写真 2 屋根に近い送風ファン?

はかかっても耐久性のある方法を選択する場合があります（写真5）。

2. 牛の熱放散を助ける

1) 送風システム

暑熱ストレスを受けた牛の反応として、①体表面の血管を拡張（血流を増加）させ熱を逃がす、②呼吸数を増やし呼気とともに熱を逃が

す、③発汗して体温を下げるの3点があります。牛が放散した熱を素早く効率的に奪うためには、牛への送風が必要です。牛の体感温度は「乾球温度（℃）-6√風速（m/秒）」とされているように、送風の効果は絶大です。少なくとも2~3m/秒の風を牛体にあてることが重要です。

牛が放散した熱を素早く奪い、牛舎外へ持ち出すためには送風ファンの取り付けにも工夫が必要です。一般的に普及している1m径の送風ファンの場合、風速2m/秒を確保できるのはおおよそ4~5mくらいですので、間隔は4m前後、高さはできるだけ低い位置で、斜め下向き一方向に設置し、空気の流れをつくる必要があります（図2）（写真6）。

最近では大型の送風用ファンも普及しています。風速2m/秒以上を意識して、取り付け位置や台数に配慮してください（写真7）。

さて、送風ファンはいつごろから動かせばよいのでしょうか。乳牛は、THI*（温度湿度指

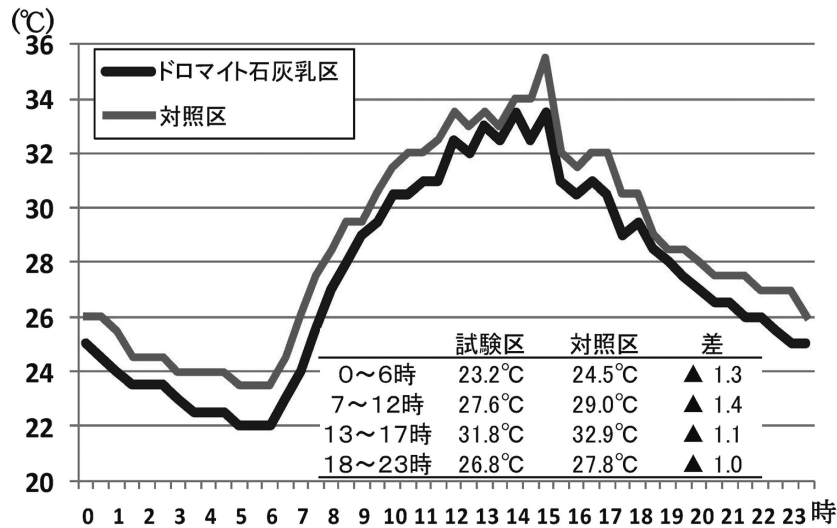


図 1 ドロマイト石灰乳を屋根に塗布した牛舎内温度の日内推移
*牛舎内温度：床上 1.8m で測定 (2012 年 9 月 17 日兵庫県内)

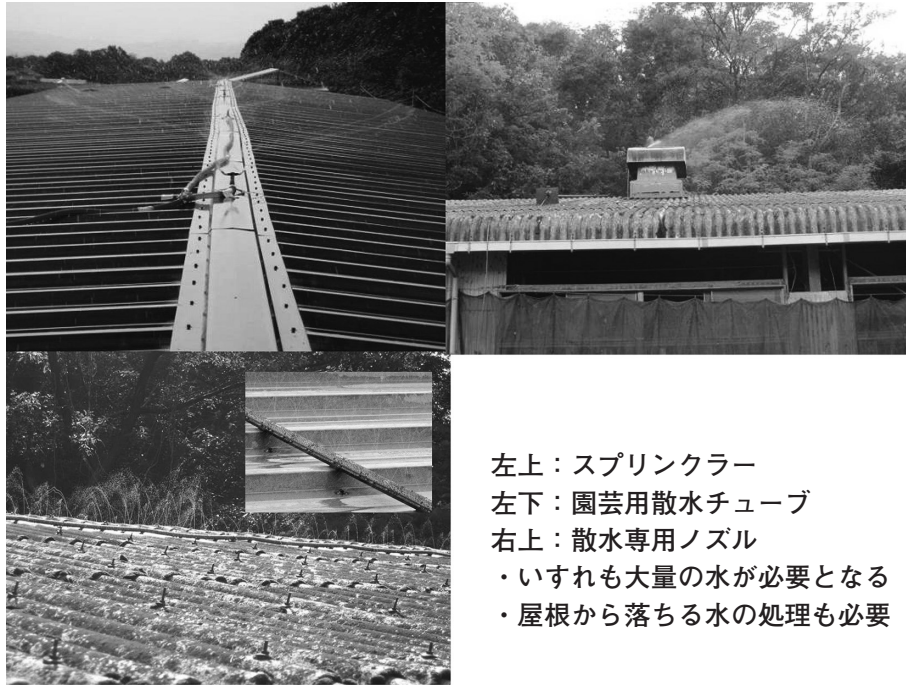


写真 3 ドロマイト石灰乳の塗布 (屋根と壁面)

数) が 65 から、徐々に暑熱ストレスを感じるといわれています。THI65 は気温 20℃ 湿度 50% 時で到達します。私たちの地域では 3 月下旬から 4 月初めに始まり、11 月末まで続きます。皆さんの地域では如何でしょうか。その期間は暑熱期の対策の基本である送風は継続的に実施する必要があります。しかも、インバー

ター装置を設置し、風速の調整をしながら 24 時間送風が基本です。* THI (温度湿度指数) = 温度 \times 0.8 + 0.01 \times 湿度 \times (温度 - 14.3) + 46.3

約 20 年前にはなりますが、地域の酪農家全戸を巡回し、5～6 月時点で送風を完全に実施していた農家と不十分だった農家について、4 月乳量を 100 として比較してことがあります。



- 左上：スプリンクラー
 左下：園芸用散水チューブ
 右上：散水専用ノズル
 ・いずれも大量の水が必要となる
 ・屋根から落ちる水の処理も必要

写真 4 屋根散水の事例



- 左上・右上：遮熱塗料の塗布
 ・コストはかかるが耐久性あり
 左下：ソーラーパネルの設置
 ・パネル裏面は発熱しているので、
 屋根との隙間が必要

写真 5 その他の対策事例

その差は歴然で、その落ち込み具合には大きな差がありました（図3）。人間の感覚よりも早めに始めて、長く続けることが基本です。

送風ファンの増設や付け替えが間に合わない場合でもできることはあります。羽根に付着し

たホコリを取り除くだけでも風速が増すことが実証されています。ファンベルトの確認・取替も含め、早めに実行してください。

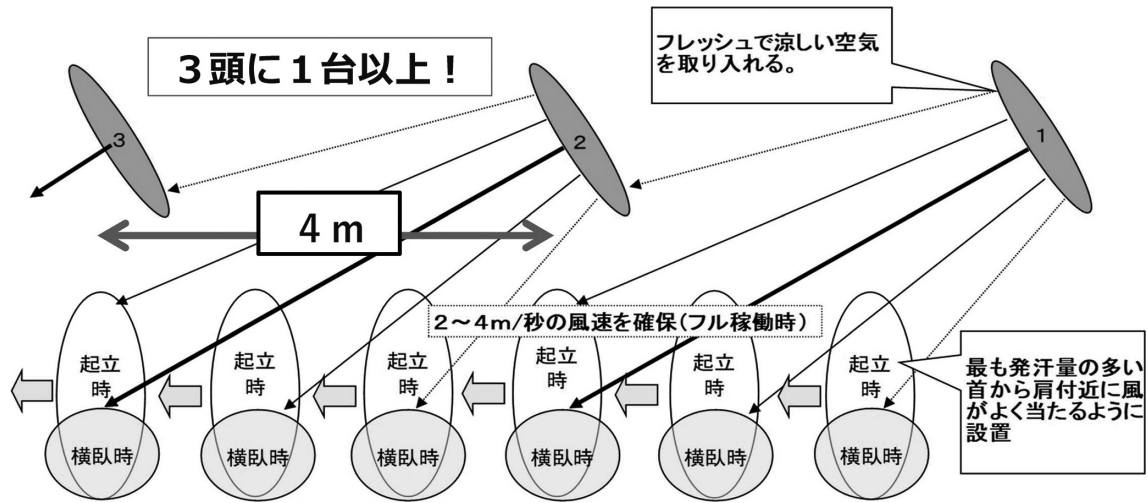


図 2 繋ぎ牛舎での送風ファン（1m 径）の設置イメージ

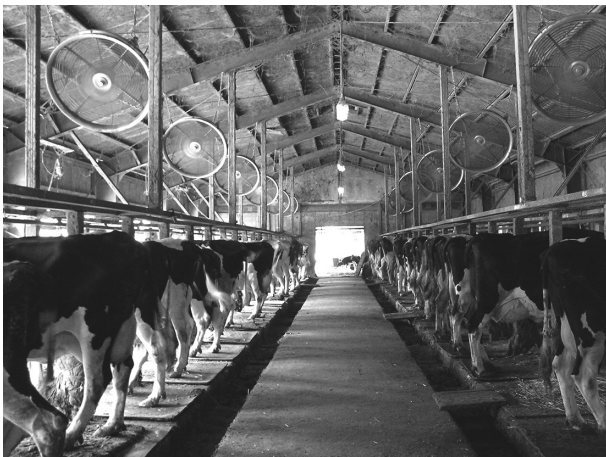


写真 6 斜め下向き一方向での送風ファンの設置



写真 7 大型送風ファン（サイクロンファン）による送風

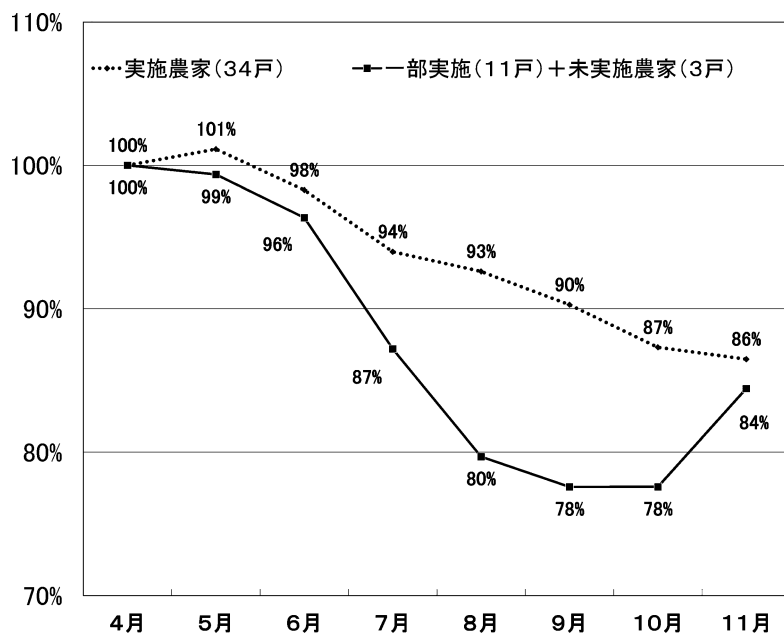


図 3 暑熱対策の早期実施が産乳成績に及ぼす影響（2002年兵庫県 T 酪農協全戸巡回指導資料）

2) トンネル型強制送風システム

繰り返しになりますが、暑熱期には牛が放散した熱を素早く奪い、牛舎外へ持ち出すことが必要です。そのために“換気”という考えがクローズアップされてきます。そこで、トンネル換気システムがでてきます。トンネル換気システムとは、牛舎をトンネルに見立て、側面を密閉し、牛舎内の空気流れを一方向に作り出し、外気を取り入れ、畜舎内の空気を排出する仕組みです。一般的には排出側に換気ファンを並べ、陰圧による空気の流れを作り出します。

それでは何台の換気ファンが必要になるのでしょうか。ここでは長軸方向でのトンネル換気設計を前提に考えてみます(図4)。

トンネル換気に必要な換気ファンの台数の計算は難しくはありません。例えば、牛舎の短軸の横幅が10m、天井高が2.5mとします。牛舎の断面積は $10\text{m} \times 2.5\text{m} = 25\text{m}^2$ となります。そこで3m/秒の風速を出すためには、1秒間に $25\text{m}^2 \times 3\text{m/秒} = 75\text{m}^3$ の換気量が必要になります。そこに $345\text{m}^3/\text{分}$ の換気能力がある1m径の換気ファンがあるとします。1秒に直すと $345\text{m}^3/\text{分} \div 60\text{秒} = 5.75\text{m}^3/\text{秒}$ となり、先ほどの $75\text{m}^3 \div 5.75\text{m}^3/\text{秒} = 13.04$ 台となり、14台あれば理論上は3m/秒の風速が得られることとなります。同様に設定風速を4m/秒とするならば18台が必要となります。

「えー。14台も要るの??」との声が聞こえてきそうですが、実際に42頭の繋ぎ牛舎で、3

頭に1台以上の送風ファンを設置するには、14台以上が必要となります。トンネル換気牛舎では、同じような台数を牛舎の片面に集中して設置するだけです。

また、送風ファンのシステムと同じで、トンネル換気でもインバーター制御は必須です。改造に当たっては、送風ファンやインバーター装置などは、現在使用しているものでも十分に利用できるものもあります。カタログ等で性能を確認する必要がありますが、私たちの改造事例では中古の資材も有効に活用し、初期投資の金額を抑えています(写真8)。

設置の工夫として、換気ファンは1台ごとに取り換えが可能となるようにすることや、インバーター装置は小型の能力のものを複数設置して、制御するファンの位置が片寄らないように配線し、もしもの故障のリスクを軽減するなどの工夫をしています(写真9)。



写真8 既設のファンも組み合わせて使用し初期コストを抑える

$$\begin{aligned} & \text{断面積 (高さ} \times \text{幅) (m}^2\text{)} \times \text{目標風速 (m/秒)} = \text{必要総換気量 (m}^3\text{)} \\ & \text{必要総換気量 (m}^3\text{)} \div \text{換気ファン能力 (m}^3\text{/秒)} = \text{換気ファン必要台数 (台)} \\ & * \text{換気ファンの能力はm}^3\text{/分で示されることが多いのでm}^3\text{/秒に換算すること} \end{aligned}$$

図4 「トンネル換気牛舎」での風速からの必要換気ファン台数の計算式



写真 9 複数の小型インバータで制御し故障リスクに備える

トンネル換気では牛舎の密閉度が最も重要なポイントです。窓サッシ等がしっかり設置されている場合は問題ないですが、それが不十分な場合、その代替となるものが必要となります。例えば、ビニルやパネル等、壁面を塞ぐことができるものであれば何でもよいのですが、相当な陰圧がかかるので設置方法には工夫が必要です。密閉度が保たれていれば設計通りの風速は必ずではまずです。もし、その通りの能力が発揮できない場合は、必ずどこかに隙間があります。

一方、乳牛で暑熱期に推奨される換気回数は60回/時間といわれています。しかしこの数字には注意が必要です。仮に60回/時間を前提に設計すると、2~3m/秒の風速には到底到達できず、換気はできても、暑熱対策として必要な風速が得られない結果となります。私たちの地域のように換気と暑熱対策を両立させるためには、風速を前提に設計し、“トンネル型強制送風システム”として考える必要があります。

最近では、送風ファンを併用して、牛舎全体の換気効率を換気ファンで確保したうえで、牛には送風ファンで直接風をあてる「ハイブリッド

型」も普及し、大型のフリーストール牛舎での導入事例も増えています。また、全国的に多くの農家が頭を悩ますサシバエ対策としても極めて効果的です。牛舎の建設や改造を考える際には、一度は“トンネル型強制送風システム”の採用も検討してみてください。

3. 牛を冷やす

1) 細霧冷房システム

いくら輻射熱対策と送風強化をおこなっても、昨今の夏の暑さはあまりにも酷な状況です。牛舎の温度を下げる方法として、細霧冷房システムは古くから広く普及している暑熱対策です。周知のとおり、細霧冷房は気化熱を利用しているため湿度との関係が極めて重要です。現場では、効果を発揮する目安を湿度70%以下としています。それ以上では牛の体熱放散を妨げ、逆にストレスになる場合があることがあります。実際に、外気の気温が28℃前後で湿度70%以上になっても細霧噴霧を続けていた酪農家で、噴霧を止めた方が牛の呼吸数が落ちつくのを目の当たりにしたことがありました。気化することなく被毛の表面にまとわりつた湿気は、体熱の放散を妨げることで、暑熱ストレスをさらに高めます。

また、あくまで送風と細霧噴霧はセットであり、冷却効果は、送風による気化促進がなければ全く意味がありません。送風ファンで風の流れを作り出している開放的な構造の牛舎では、どこかに湿気が滞っている箇所が残ります。つまり、不必要な細霧の噴霧は避け、そのタイミングを調整する必要があります。より効果的な細霧冷房システムとして、細霧ノズルを送風ファンの前に設置し（写真10）、風の流れに巻

き込ませながらの間欠噴霧を薦めています。極端な言い方をすれば、開放型牛舎においては、「スポットクーラー」のようなイメージです。細霧による冷房の効果を計算通りに発揮しやすいのは、人為的に換気がコントロールできるトンネル換気システムのような牛舎だと思います。

表1は兵庫県の試験研究機関の牛舎で測定した結果です。トンネル換気システムを導入しています。細霧を20秒噴霧20秒停止で行い、牛舎の入気側と排気側、細霧ノズルに近い牛舎内の3か所の気温と湿度を測定してみました。細霧が噴霧された空気の流れている場所では4.4℃の温度低下(28.3%の湿度上昇)が見られTHIも少し低下しましたが、入気と排気で牛舎全体

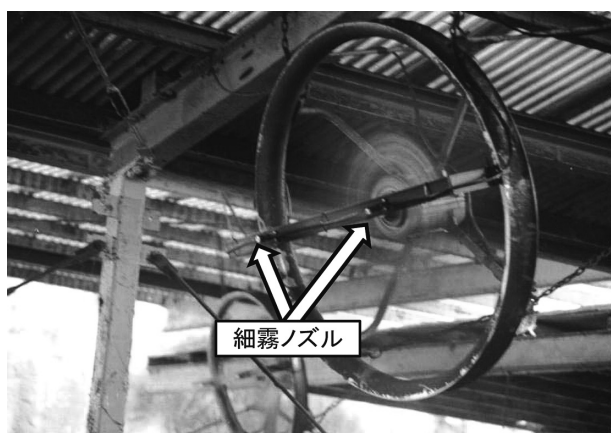


写真 10 送風ファンの前に細霧ノズルを設置する

としてみた場合、0.6℃の温度低下(3.1%の湿度上昇)でTHIは変わりませんでした。つまり、湿度のコントロールをしながら冷房効果を引き出すためには、牛体に直接効果を及ぼす位置に細霧ノズルを設置することがキーポイントであると言えます。

2) 牛体散水

牛を直接冷やす方法として、牛体散水(ソーキング)があります。文字通り、被毛下の皮膚を“びしょ濡れ”にします。牛を水で直接冷やす効果と被毛が乾くときの気化熱効果をねらっています。ただし、牛床等を不衛生にしない散水場所は限られています。一般的には、パーラーやホールディングエリア(搾乳待機場)などの確実に牛体散水ができ、排水処理がしやすい場所になります。散水ノズルと配管等で設置可能で、比較的簡易に実施できる方法もあります(写真11)。

搾乳中、もしくは決められた時間に強制的に追い込んで散水することで、確実に牛をびしょ濡れにして、そのあとは飼槽で送風ファンにより体を乾かしながら飼料を食べるというイメージです。この乾かすということが大きなポイントで、強制的に乾かすことで気化熱効果がプラ

表 1 細霧冷房システムによる場所別の温湿度の違い

		温度℃	湿度%	THI
牛舎入気側	①	32.5	55.4	82
牛舎排気側	②	31.9	58.5	82
細霧ノズル付近	③	28.1	83.7	80
②-①差		-0.6	3.1	0
③-①差		-4.4	28.3	-2

* 淡路農業技術センター トンネル換気乳牛舎(30頭つなぎ)にて測定(2018.8.1 13:00~15:00)

* 測定ポイント ①: 細霧の影響のない舎内入気側 ②: 排気用換気ファン手前 ③: 牛舎中央の細霧ノズル付近

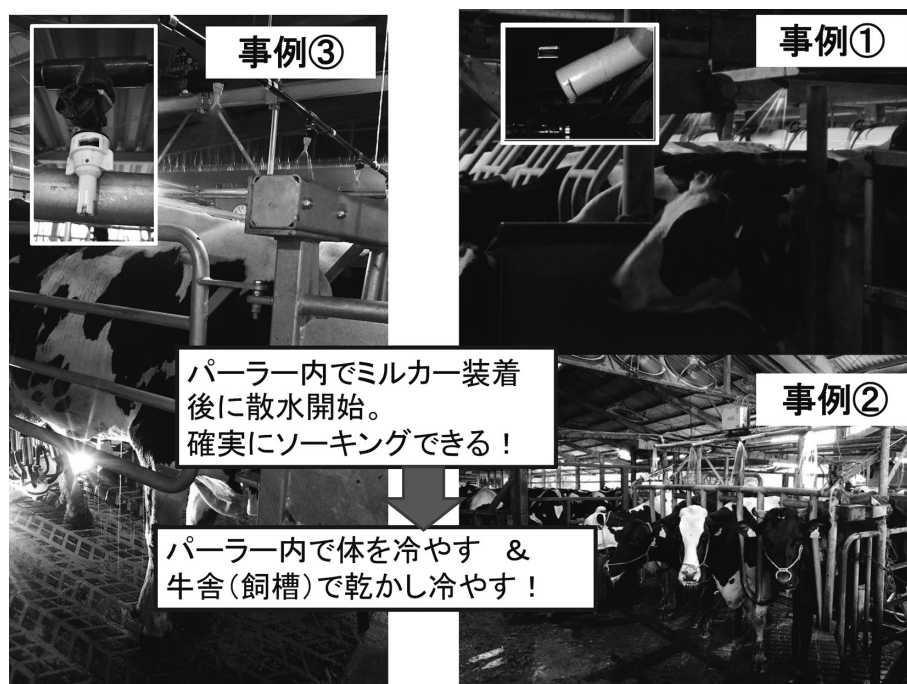


写真 11 パーラー内散水の事例

スされます。

4. 牛に補給する

牛は暑くなると、呼吸数を増やし呼気とともに熱を逃がしたり、発汗して体温を下げようとします。つまり、体温調整には水が必須ということなのです。

乳牛の事例で考えると、例えば夏季に 40 kg の産乳を行なっている搾乳牛の要求量を計算すると、120ℓ/日以上にもなります。また、一般的に 4~6ℓ/回の水を 15 回/日に分けて飲むといわれており、それらの飲水行動を躊躇なく行なえるような給水施設の設置が望まれます。給水施設に求められるのは、“新鮮”で“衛生的”な水を、飲みたいときに、欲しいだけ飲む能力です。さらに、飲水行動は、飼料採食後や搾乳後など、牛舎全体で一斉に発生します。それらを同時に満たすための能力も求められます。

1) ウォーターカップ方式

繋ぎ牛舎では、一般的にウォーターカップ方式で給水が行なわれています。ウォーターカップ方式は牛舎内に主配管を巡らし、そこからウォーターカップへの枝配管を取り出しています。当然、配管給水の宿命で、主配管への給水元に近いかどうかで、給水能力に差が生じるため、同時に飲水行動が起きると十分な吐水量が出ない箇所が出てきてしまいます(図 5)。そこで、主配管をループ状にしたり、主配管へ給水元を複数にしたりする改善が必要となります。

また、主配管のパイプ内径を 50 mm や 75 mm にインチアップすることも効果があります。(写真 12)。一般的な 20 mm の配管だと牛床 1 頭分 (135 cm) で、その内部には約 0.42ℓ分の容積しかありませんが、50 mm だと約 2.65ℓ、75 mm だと約 5.96ℓになります。つまり、50 mm だと 2 牛床分、75 mm だと 1 牛床分で、飲水 1

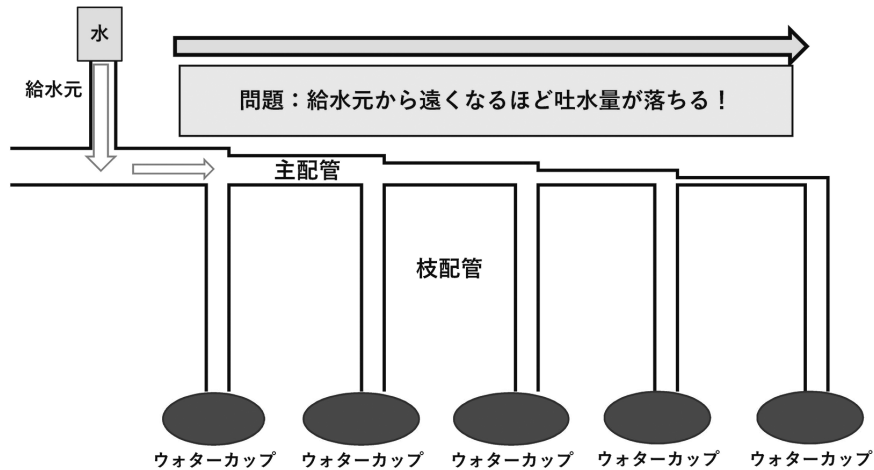


図 5 ウォーターカップ給水配管の一般的な問題点 (イメージ)

回当たりの必要量といわれる4~6割の水を主配管に貯留することができます。

しかし、ウォーターカップの主配管を太くしても、密閉されたパイプ構造では、給水元の能力（ポンプ圧力や給水箇所）で吐水量が制限されてしまいます。主配管に貯留した水をスムーズに出すためには、「給排気弁」の設置が効果的です。「給排気弁」は、配管の水を出すときにはパイプ内に空気を流入させます。つまり、水の詰まったペットボトルを逆さまにして、底に穴を開けるような役割を果たしてくれます。さらに、配管に水を充填するときには、空気を排出し、満水になると弁を閉じる構造になっています。この弁を主配管の最も高いポイントに設置することで、配管を太くすることの効果が発揮できるようになります。インチアップ作戦は、必要量の水を、牛にもっと近い場所に溜め、その水を素早くウォーターカップに供給する仕組みで完結します（図6、写真13）。

さらに、枝配管の口径サイズやウォーターカップの性能、適合したタイプの選択も重要です。給水元から出口であるウォーターカップまでの総合的な改善を実施してください。もちろ



写真 12 給水主配管のインチアップ (75 mm 径)

ん、ウォーターカップの掃除は、牛の飲水行動を促すための大切な作業ですので、日常のルーチンワークに加えてください。

2) 水槽方式

フリーストールやフリーバーン牛舎では、一般的に「水槽」で水を与えています。水槽の設置については、1牛群で2カ所以上の水槽を設けることや、1頭当たり5cm以上の水槽の幅が必要であるなどのガイドラインが示されてい

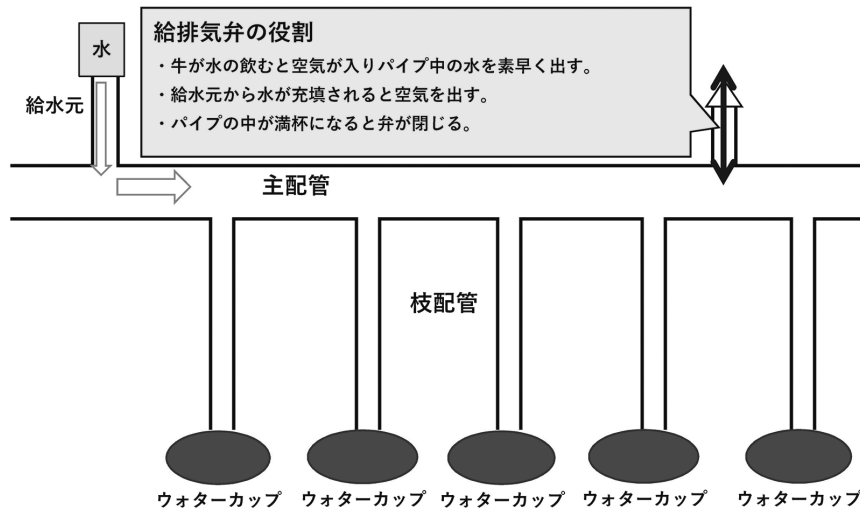


図 6 ウォーターカップ給水配管の改善事例

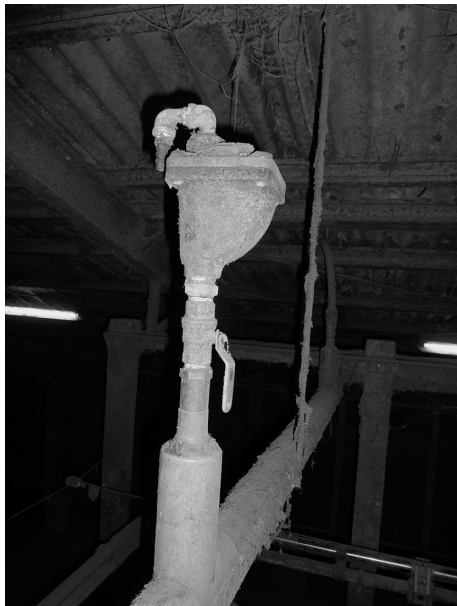


写真 13 給排気弁を最も高い位置に設置

ます。しかし、同時に複数の搾乳牛が飲める状態、“水待ち牛”や“あきらめ牛”を出さないようにするためには、1頭当たり10cmでも少なく、20cmあっても良いと考えています。また、自然な飲水姿勢、牛が頭を下げたところに水面があるような工夫も必要です（図7、写真14）。

さらに、水槽の構造で重要なポイントに、“掃除のしやすさ”を上げたいと思います。牛は、エサを口に含んだまま水を飲むため、水槽の中

には大量の食べこぼしが溜まります。そのため、水槽の清掃は毎日の必須作業になります。その作業を容易に行ない、“新鮮な水”の状態を維持するには、水槽を洗った後の水を素早く排出し、入れ替える必要があります。そのためには、排水口のサイズと排出の仕組み（写真15）が大きなポイントとなります。また、洗浄した後の廃水を瞬時に排出することを目的とした「回転式水槽」（写真16）を設置している事例もあります。

まとめ

乳牛より暑熱ストレスに強い和牛でも暑熱期の繁殖成績の悪化が問題となっています。地域や立地条件、牛舎の構造はそれぞれ効果的な対策は異なります。夏場に牛舎にいるのが嫌になる状態では、牛はもちろん、人間も気力が萎えてしまいます。「うちの牛舎、涼しいぞ！」と思えることが、夏場の成績を向上させます。図8に示したポイントを参考に色んな対策を組み合わせ、暑熱期の繁殖管理を少しでも改善しましょう。繁殖成績の改善は経営の根幹に関わる

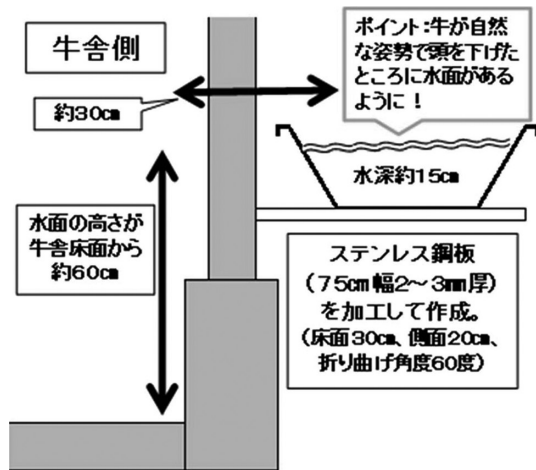


図 7 水槽方式の設置イメージ



写真 16 掃除のし易い回転式水槽



写真 14 ステンレス製のロング水槽 (18m 長)

- ①余分な熱を牛舎に入れないことが前提です。
(屋根・壁の輻射熱対策、日光遮蔽対策)
- ②暑熱対策の基本は送風と換気です。
(少なくとも牛へ2m/秒以上)→できれば3m/秒!
- ③細霧冷房、牛体散水は“乾かず”ことが条件です。
(条件を満たさないと逆効果の場合もあり)
- ④新鮮な「空気」と「水」を与え、飼料給与にも一工夫
- ⑤牛舎の構造によって方法と組み合わせは異なります。

図 8 暑熱対策のポイントまとめ

大きな課題です。人工授精に関わる皆様もぜひ農家への助言をお願いします。



写真 15 掃除のし易さは排水口のサイズで決まり!

参考文献

- 1) NRC 乳牛飼養標準 (2001 年・第 7 版).
- 2) 広島大学普及員研修会資料 (2017、2018、2019 年).
- 3) DairyJapan 臨時増刊号「Dairy PROFESSIONAL Vol. 3」 「農場のザルを洗い直す」 (2015 年).
- 4) DairyJapan 臨時増刊号「Dairy PROFESSIONAL Vol. 11」 「牛の行動から施設デザインを考える」 (2018 年).
- 5) DairyJapan 臨時増刊号「Dairy PROFESSIONAL Vol. 17」 「乳牛の暑熱ストレスを科学する」 (2020 年).

特集 夏季対策 2

夏の繁殖成績改善に向けて ～現場獣医師鳥羽の戦略～

(有)知多大動物病院 三重分院分院長
鳥羽 雄一

はじめに

はじめまして、有限会社 知多大動物病院 三重分院の獣医師鳥羽雄一です。

私のキャリアでは、愛知県と三重県を中心に一般往診・削蹄（定期削蹄・治療削蹄）・繁殖検診・牧場マネジメント（繁殖管理・飼養管理・飼料設計・子牛管理）と牧場で起こることの多くに関わらせていただいています。

どの仕事においても夏は鬼門であり、繁殖成績の低下・疾病の増加と悩むことが多く、1年のほとんどの時期に暑い時期をどう乗り越えることができるだろうか？ どうしたら去年よりも良くなるだろうか？と思案しています。

そもそも夏とは…いつでしょうか？

日本には四季があり、夏は6月から8月と暦上では言われています。気象庁では最高気温が25℃以上の日を夏日、30℃以上の日を真夏日と呼んでいます。乳牛においてヒートストレスは湿度にもよりますが、20℃を超えると受け始めると認識しています。

三重県だと、4月から10月までが牛がヒートストレスを受ける可能性のある期間になります。ヒートストレスによる産子数の偏りの

影響などを考えると、ほぼ1年中影響があります。

本稿では夏の繁殖成績の改善にむけて現場獣医師として何を考え、どんな戦略をとっているのか紹介させていただきます。

牧場ごとに効果的な対策ポイントは違う、と感じております。この牧場では効果的なことも、他の牧場では効果がないことは日常的にあります。その中でも、共通して大切になることを紹介していきます。夏の繁殖成績改善のための戦略を練る手掛かりがあればうれしいです。

1. 牧場における繁殖の重要性

我々は、牛が分娩してくれることによって、牛乳を搾ることが可能となり、産子を得ることができます。牛に分娩してもらうためには、牛が妊娠状態になる必要性があり、妊娠するには多くの場合人による繁殖行為が必要であり、繁殖行為を行うためには牛が必要であり、牛は牛の分娩によって産まれます。

牧場の安定経営のためには、出荷乳量の安定化と産子数の確保がとても大切です。そのためにはこの循環を、スムーズに（事故（疾病・死

酪農の基本

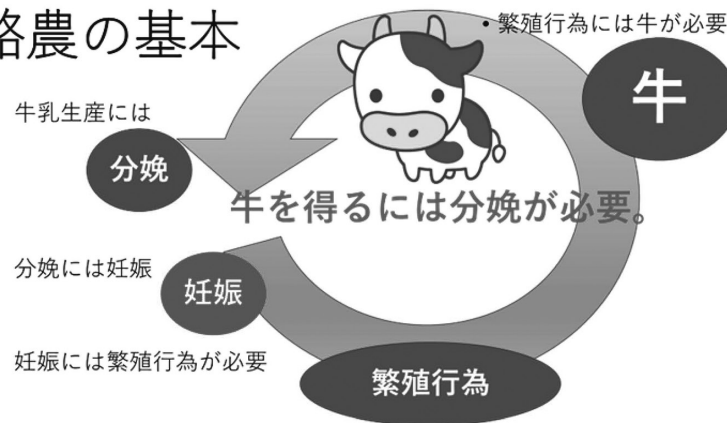


図 1 酪農の基本は生乳生産と産子を得るために分娩と妊娠を繰り返す。
うまくいっている牧場は、この周期がスムーズでスピーディーに循環している。

亡廃用)が少なく)、スピーディに回すことが重要となります。

繁殖は、牧場の原動力です。

2. ヒートストレスによる不受胎の影響

不受胎は、牧場にどのような影響を産むのでしょうか？再確認していきましょう。

1) 春産み数が減少すること

分娩数が確保できなければ、高価な春分娩の初妊牛を導入しなくてはならない場合もあります。

2) 秋にドカッと受胎すること

秋に受胎の報告が届きほっとする反面、夏に分娩する牛が増えることで、夏から晩夏分娩の牛をどう健康に搾り飼育するのか頭を悩ませます。皆さんの牧場の過去の廃用履歴を見れば明らかですし、私の往診はこの時期が一番忙しくなります。

ヒートストレスを受け、採食量が減少している乾乳牛・フレッシュ牛を健康に飼育することには難しさがあります。乾乳牛舎が過密状態の

ため、牛のヒートストレスに重ねて餌槽や休憩場所をめぐる闘争を強いてしまうこともあります。

人も暑さでダメージがあり、牛の観察の精度が落ちてしまいます。

夏の不受胎は技術者の心も蝕みます。

『どうせ受胎しないだろう。』『夏だから。』

手をこまねいていても、解決にはつながりません。敵は強大です。総力戦で臨むしかないと考えています。

3. 対策を考えるときに

私は孫子の兵法にある

「彼を知り己を知れば百戦殆からず。

彼を知らずして己を知れば、一勝一負す。

彼を知らず己を知らざれば、戦う毎に必ず殆し」

を常に意識しています。

敵（ヒートストレス）を知り、己（自牧場と牛の生理学）を知っていれば、何度戦っても負けることはないだろうという言葉です。

それでは夏の牛について知っていきましょう。

4. 実際に牛にどのようなことが起こっているのか

夏の不受胎に関して私は以下の項目を注視します。

1) ネガティブエネルギーバランス。

牛は体内に第1胃という大きな発酵槽をもち、そこで採食した飼料を発酵させています。第1胃で発生する発酵熱をコントロールすることは、牛が夏を生き抜くために重要であり、そのために牛は採食量を低下させます。

さらに、蓄熱した熱を放熱するため、体表の血流量を増加します。これにより消化管の血流量は減少し吸収効率の低下やリーキーガット¹⁾を引き起こします。リーキーガットは、LPSの吸収量を増加させ、LPSは免疫系を活性化し炎症物質の産生を促進します。これにより全身性の炎症が引き起こされ、発熱・肝障害・採食量の低下を引き起こすとともに免疫系は血中の糖を消費します。

放熱にもエネルギーが使われます。

結果、これらはネガティブエネルギーバランスをひき起します。ネガティブエネルギーバランスは、卵胞発育やエストラジオール産生及び排卵のために必要な下垂体性腺刺激ホルモン(LHとFSH)分泌を低下させ、発情周期の不明瞭化や卵巣静止・発情兆候の不明瞭化を引き起こします。

2) 暑熱ストレスの生殖細胞への影響

暑熱期の発情微弱や発情周期の延長は乳牛のみならず、肉牛でも報告されており、これはエストロゲンやプロジェステロンの分泌異常と推測されています。これは、卵子の品質の低下

への影響があるとの報告があります。

卵子の成熟に重要な役割を果たす卵丘細胞機能を低下させるほか、卵子における酸化ストレスに伴うアポトーシスの増加や遺伝子発現レベルの変化を引き起こし、これらが卵子の正常な成熟や受精後の正常発生を妨げることが報告²⁾されています。

精子に関しては、運動性や活力の低下・アポトーシスを引き起こすことが報告されています。また、初期の受精卵は熱に対する感受性が高く胚発生の阻害も報告されています。妊娠維持に重要な胎子側から分泌されるインターフェロントウ(IFNt)の分泌も低下します。これらは、妊娠維持や着床阻害を引き起こしていると考えられます。

様々な理由で、暑熱下では受胎性の低下を引き起こしています。

5. 対策を考える

暑熱環境下での対策は、暑熱対策が直接的であり重要です。

それについては疑う必要性はありませんが、近年の夏を経験していると、ヒートストレスは軽減することはできても、満足いくレベルに克服することは難しいと感じます。

酪農に秘策なし、日々の管理の精度を上げることが安定酪農経営への一番の近道だと常々思っています。そこで私は日々の飼育のベースラインをあげ、夏場のロスを少しでもフォローできることも重要だと考えています。きっと夏だけでなく、酪農経営の底上げにつながります。

6. すべてのステージの牛はつながっていること の再認識を

牛の健康とは良く寝て、よく食べて、よく乳を出している状態と私は考えます

健康な牛は分娩後十分な乾物摂取量があり、ネガティブエネルギーバランスの期間が短く、疾病がなく、乳量も多く、子宮の回復も良好で・初回発情があり、VWPを超えたら明瞭な発情があり、受胎率も高いでしょう。

健康に飼育するには、どうしたらいいでしょうか？

疾病の観点から考えると、牛がつかずきやすいのはやはり周産期です。

周産期に病気をしないこと、発症しても早期発見・適切治療でケアできること。

周産期に病気を軽微に済ますためには、乾乳期の管理（飼料設計・密度・ハンドリング）が重要です。さらに、乾乳に入ったときにオーバーコンディションでないことが重要です。オーバーコンディションにならないためには、前の乳期に繁殖成績が優秀であることが必要であり、前乳期も周産期に病気をせず、乳量が多く泌乳持続性も高く太らないことが重要となります。

7. 周産期病の発見と治療

疾病を減らすことは、予防すること・治療すること・淘汰することです。これ以外にはありません。私は疾病の種類によらず、すべて大切だと考えています。

治療し、牧場の病気の発生を把握することは予防の第一歩となります。

主要な周産期病の発見方法と簡単な対策の方法を紹介します（治療に関しては、かかりつけ

の獣医さんと相談することが一番良いです。この稿をたたき台にさせていただけたら幸いです）。

1) 低カルシウム血症

分娩前後、急な乳の生産泌乳に対して、消化管からのカルシウムの吸収量の不足・カルシウムの骨からの動員の遅れのために起こります。血中カルシウム濃度の低下は、問題にならない牛もいますが、ほとんどの牛で起こります。

症状として皮温、体温の低下・食欲減退・瞳孔反射の消失・開口動作・振せん・起立不能など。分娩後4日間は、とくに注意して牛の観察をしっかりとすることが大切です。

軽度に済むように分娩後積極的なカルシウムの投与を推奨しています（過剰にならないように）。

初産はまず問題にならないでしょう。

2産目はもし過肥牛ならばあるかもしれません。

3産目の牛はケアした方がいいでしょう。

4産日以降の牛は確実に予防的処置をした方がいいです。

5産日以降の牛は要チェックです。また、低カルだけでなく、低リンや低マグネシウム血漿も意識した方がいいでしょう。

搾りすぎないという戦略も有効です。

2) 子宮炎

子宮炎への細菌感染により、発熱を呈し食欲減退の症状を示します。

低カル・難産・産道損傷・双子分娩・後産停滞・脂肪肝があると症状が増悪します。

子宮炎の発見のため、分娩後7日間（できれば10日間）は検温を推奨しています。

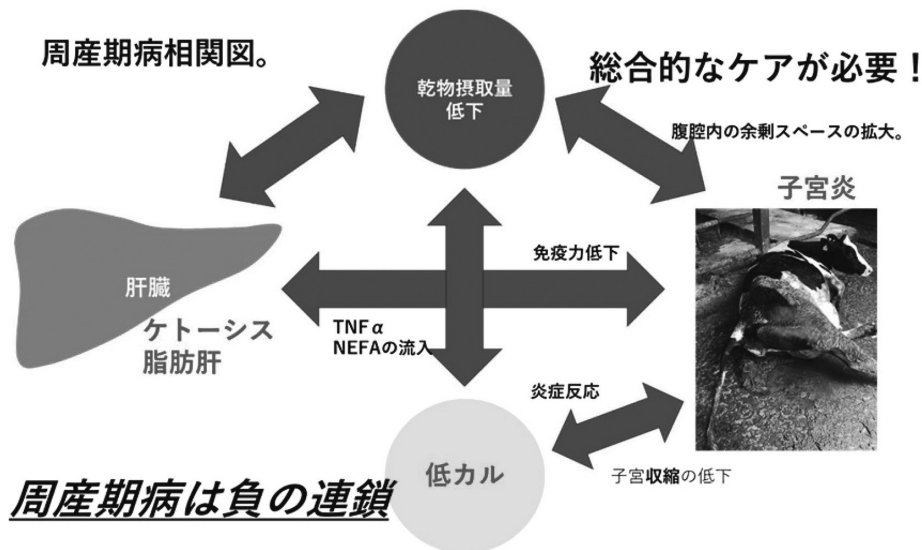


図 2 周産期病は相互作用しながら増悪する。

想像以上に発熱する牛がいます。私は実際に測りだしてから衝撃を受けました。

軽度の発熱は、子宮炎ではなく肝臓の炎症であることもあります。

子宮炎は、次の妊娠のためしっかりケアしていく必要があります。

3) ケトーシス

脂質や糖質の代謝障害のために、体内にケトン体が蓄積した状態です。

ネガティブエネルギーバランスによって、牛は不足したエネルギーを体脂肪から補おうとします。遊離脂肪酸の肝臓への動員があり、そこでTCA サイクルで使いきれなかった、アセチル CoA からケトン体が産生され蓄積します。

症状として、元気・食欲減退、乳量の減少、反芻など消化管運動の低下がみられます。

分娩後5日での血液中のBHBA濃度の測定³⁾を私は推奨しています(フリースタイルプレシジョンネオを使用)。潜在性ケトーシスの基準を、私は通常1.2mmol/dlとしています。牧場と牛のBCSによっては基準値を厳しく見積

もっています、この時期多くの牧場で0.8mmol/dlまで基準値を厳しくしています。

ネガティブエネルギーバランスの結果である臨床型ケトーシスや潜在性ケトーシスは、乳量の損失をはじめ各種疾病の発生や繁殖成績の低下に緊密に関係していると私は考えます。

周産期病は相互に関わり合い症状を増悪させます。時には、繁殖にたどり着くことなく、牛を失ってしまうかもしれません。

発症をすべて防ぐことはできませんが、早期発見・早期治療を行うことが望まれます。

8. 暑さ対策

暑いのが問題なので、暑さ対策をするのは非常にストレートです。

主な暑さ対策は1) 輻射熱対策、2) 送風と換気、3) 牛を冷やす、4) 飲水となります。

1) 輻射熱対策

まず、対策すべきことは牛舎内へ日光の遮蔽です。太陽からの光エネルギーは強力です。庇を延ばしたり、寒冷紗やグリーンカーテンの設

置で日光を遮ることは有効です。

寒冷紗の設置は、4月からでも間に合い効果的です。

屋根や壁面の白色化や塗料での輻射熱対策も有効です。

屋根散水も有効ですが、屋根の劣化を早める可能性があります。

2) 送風と換気

① 送風

送風は、牛の熱放散を助けます。秒速2-3m/秒ほどの風速が望まれます。

牛に風が当たっているかどうかが重要で、時に通路と人だけ涼しく、牛のいる場所がこもっている牛舎に出会うこともあります。どこから風を入れ、どこを通してどこに抜くのかを意識した設計が大切です。牛を冷やすなら、牛に当てなくてはなりません。とくに牛の首あたりは効率が良いです。

② 換気

夏、牛は飲水の増加、汗の増加、尿の増加が見られ牛によって牛舎に湿度が加えられます。ヒートストレスは温度だけでなく、湿度のコントロールも重要になります。

湿度は換気によって、湿った空気を牛舎外へ出すしかありません。内外の湿度差が10%以内になるように意識します。

いつから始めるのか？

春からファンをしっかりと回すことは重要です。

4月下旬から5月下旬に、乳脂肪の低下が観察される牛舎があります。この時期はたまに暑い日があり、翌日には戻ります。これにより採食量が安定せず、ルーメンのバランスを崩します。20℃を少し超えたくらいですが、牛が暑

さに慣れていないことも影響が出やすい要因だと思います。この先の時期は、コントロールが難しい暑熱時期になります。4月です。まさに、今からファンを強くしてもらうことを考えねばなりません。

3) 牛を冷やす

実際に牛を冷やす方法は、水をかける+風を当てるしかありません。

水をかける場合は、十分かけ牛の皮膚がしっかりと濡れる状態を作らないと、水の被膜を作ってしまう逆に熱がこもります。風をあてることとセットで行わなくてははいけません。

4) 飲水

水は、重要な栄養素です。それは、栄養素の輸送・発酵・消化・代謝・老廃物の排泄・など生命活動に必須だからです。乳牛は、1日に80-100%飲水すると言われています。

夏には10%ほど増加すると言われています。十分な水を牛に供給しなくてはなりません、屋根散水や牛を冷やすための水の使用による井戸水の不足や、給餌後・搾乳後の牛が一斉に飲水を始めるタイミングによっては、牛によっては分量の水が供給できていないケースがあります。

水源から一番遠い水槽・ウォーターカップの吐水量を評価をすべきです。

それでも熱中症を発症してしまった牛には、しっかりと皮膚まで水が届くまで水をかけて、風を当てるのが最良と感じています。

また次につなげるため、なぜこの牛が熱中症になってしまったのか検討します。足が痛くなかったか？風速は十分だったか？飲水は十分可

能な状態だったか？などです。

9. 夏のヒートストレスを増悪させる因子

1) サシバエ対策

(1) 糞尿の適切処理

サシバエを減らしたいのに、サシバエの餌と寝床を提供してはいけません。

(2) ウジ対策（IGR 製剤）

定期的に、ウジがいる場所に、規定量散布します。

夏は、ウジが成虫になるために必要な期間が短くなります。7月8月は、毎週の散布をお勧めします。

(3) 成虫対策（殺虫剤）

定期的に実施します。

成虫がいる場所に散布します。

(4) サシバエネット

サシバエの牛舎と草むらへの往来を妨げます。

とても良いです。

サシバエネットで覆った中で、サシバエを繁殖させないことが重要です。

四方を囲まなくても、サシバエがやってく

る方向に設置すると一定の効果があります。

強制換気（トンネル換気）の牛舎ではサシバエはうまく飛ぶことができず牛体へたどり着けず、吸血を妨げることができます。

(5) サシバエ対策の成功のポイント

① サシバエが増える前に実施する。

増えた後のサシバエの生活環を切ることは困難です。

② ウジ対策と成虫対策を同時に実施する。

サシバエの生活環を循環させなくすることが重要です。

成虫対策だけでは生き残ったウジはどんどん成虫になります。

ウジ対策だけでは生き残った成虫はどんどん産卵してくれます。

③ 秋の最後に殺しきる。

来年に向けて、最後殺しきること。

三重県だと11月ほとんどサシバエを見なくなった頃に最後殺しきることは来年の成功への足掛かりとなります。

2) 蹄病

蹄の悪い牛は、餌槽・水槽へのアプローチす



8/7 雨 朝9:30



8/21 晴れ 朝9:30

図3 夏の牛舎 ヒートストレスにさらされた牛は放熱するために起立します。起立時間の延長は蹄底潰瘍の発生を増加させます。

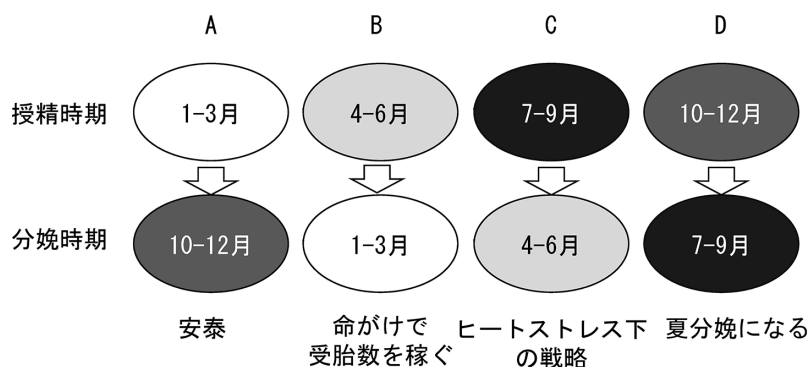


図 4 時期ごとの鳥羽の繁殖戦略

る回数が減り、ドカ食いをします。

寝ている時間が長く、放射熱をうまく放出することができず、熱中症になりやすくなります（一昨年・去年熱中症になった牛を思い出してみてください。）。

年2回もしくは3回の定期的な削蹄は蹄病コントロールの第一歩と言えます。

夏は牛が起立している状態が続きます、どうやっても起立時間が延長します。日中の採食量の減少・夕方から朝にかけての採食量の増加、夏終わりの気候が安定しないことによる、食べ方の不安定はルーメンの不安定につながり、蹄葉炎のリスクを高めます。

それが秋の弱ったルーメンへの採食量の爆上がりによって致命傷となり、秋の蹄病の発生の引き金となります。どうしても蹄病は出てしまうと思いますが、病気を放置しておくメリットはありません。この時期に、蹄の治療ができる体制を整える必要があります。

10. 繁殖の戦略

1年を4つのグループに分け、その時期ごとに行うべき戦略を述べていきます。

Aの時期：“安泰”

東海エリアだと、季節性の下痢やコールドストレスにさらされることがありますが、他の時期と比較的すると安定しています。

この時期にすべきことは、牧場が安定的に回っているのか？飼料設計などが適切か見極めて、必要があれば対策をとることです。牧場の基本技術の確認と洗練の時期としています。この時期に分娩した牛の種付けは、次のBの“命がけで受胎数を稼ぐ時期”となります。しっかりケアしていきたいです。

長期不受胎牛は少ない数で維持しましょう。

Bの時期：命がけで受胎数を稼ぐ時期

まずは、いつからが夏不受胎になるのかを把握します。

これをもとに、分娩後発情がない牛や長期不受胎牛への処置のタイミングを決めます。

私は分娩後150日を超える、もしくは授精・移植回数が4回を長期不受胎として対策対象としています。問題牛の原因を現場で特定することは難しいですが、このタイミングで子宮内への薬剤注入・プロゲステロン製剤を使った同期やMFファストバックプログラムの実施、F1受精卵による追い移植を計画します。

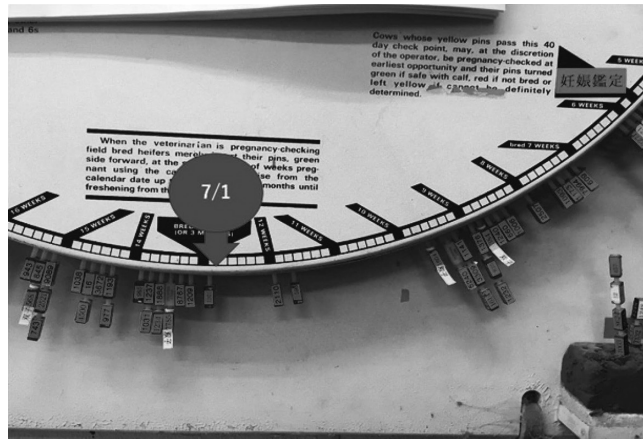


図 5 ブリーディングボードを使うと過去自牧場での夏の不受胎の具合を把握することができます。これは 2018 年の雨が少なく、高温が続いた 7 月の受胎数の減少を示しています。

追い移植の受胎率は、私の往診牧場では牧場内で一番受胎率が良い方法となります（受胎率 50-70%）。この技術の問題点は、双子妊娠のリスクです。

双子分娩は、母牛への負荷が大きく廃用のリスクを増やします。繁殖業務はただ受胎数を稼ぐだけでなく、無事に分娩させ、搾ることが重要となります。無事に産んでもらうために、妊娠鑑定時に双子鑑定の実施しています（乾乳を 1 週間から 10 日早く実施します）。

双子鑑定時、同側の子宮角に妊娠したものの難産のリスクは高い傾向があります。分娩時の観察に役立っています。

太りすぎているもの・慢性的な疾患を持っているものは最後牧場判断となりますが、本当に追い移植を行うか検討します。

C の時期：ヒートストレス下の戦略

この時期は、繁殖成績に関しては多くの先生が発表や報告をされていますが、受精卵移植が有効であろうと考えます。2017 年愛知県 8 農場の管内データでは、7-9 月人工授精受胎率 22.0% (96/437)、受精卵移植受胎率 39.7% (46/116)

と管内でもその傾向があり、夏期は人工授精を避け受精卵移植中心に実施する農家さんもあります。

また、牛がいなければ繁殖業務は存在しません。牛を失わないため、秋に向け全力で周産期の牛・熱中症の牛のケアに力を注ぐ必要があります。

D の時期：夏分娩になる

受胎性の改善がみられる時期ですが、ここで妊娠した牛は夏産みとなります。分娩時期は乾乳舎の密度も最大になることでしょう。低い牛の選定も有効かもしれません。すでに夏の影響で過肥傾向になってしまっている牛は、『この牛は来年の夏産んで搾ることができるだろうか？』と検討する必要があります。

11. 今何をすべきか

この記事の掲載は 4 月です。命がけで受胎数を稼ぐ時期が始まりました。

4 月に受胎すれば、1 月から 2 月の寒いですが比較的乳牛にとっては有利な時期に分娩となります。繁殖対象の牛は、本格的な夏がやって

くるまでに受胎させる必要があります。

今の乾乳牛は、5月か6月が分娩です。気候的にはまだ良い時期なので、ここはうまくやらないといけません。去年夏トラブルが多かった方は、ここで今一度飼料設計・乾乳管理の相談をしてみてもいかがでしょうか？地域によりませんが、変更を試すなら夏前最後のタイミングとなると思います。

本当に暑くなる7月まで後90日です。あっという間だと思います。

夏を制する者は、酪農を制すると思います。

そして夏を乗り切るには、すべての力を発揮しなくてはなりません。

最近の夏は厳しく、『できるできないの問題ではなく、やるしかないのでやるだけだ!』。この不利な季節を関係者一同の力を合わせて、乗り切っていきましょう。

引用文献

- 1) S K Kvidera (2017) J Dairy Sci. 2017 May; 100 (5): 4113-4127.
- 2) 阪谷 (2018) The Journal of Farm Animal in Infectious Disease Vol. 7 No. 2 2018 暑熱ストレスと牛の繁殖性
- 3) 及川 (2015) 日獣会誌 68 33~42 (2015) 乳牛の潜在性ケトosisに関する最近の研究動向

特集 夏季対策 3

暑熱期の体温調整

ふくおか県酪農業協同組合
久留米地区乳牛診療人工授精所
貞刈 陽

昨年の福岡県南部地域では、7月から暑さと湿気、お盆の頃より猛暑が続き、乳牛にとって厳しい暑さとなりました。全国的にも記録的な暑さとなり、乳牛の体温が高温となる状態が増えているのではないかと思います。

乳牛は体温上昇に伴って乾物摂取量の低下、乳量の減少、繁殖性の低下が起こる為、その落差を縮める対策が重要となってきます。

今回の内容は、昨年の夏場を振り返り、

- ① 受精卵移植を提案する理由、
- ② 体熱放散の仕組み、
- ③ 細霧と体温の関係、

について①～③を関連させて解説します。

① 受精卵移植を提案する理由

夏場の受精卵移植についてですが、管内でも広がってきているため簡潔に説明をします。

受精卵は耐暑性が高いため、体温が上昇する夏場にも適しています。一方、人工授精では39.5℃以上になると受胎率が大きく低下します。夏場に体温を調べて授精した受胎状況の報告があり、39.5℃以下では39%前後であったのに対し、39.5℃以上では7.7%まで低下した

ようです。

逆を言えば、夏場でも授精後の7日間を39.5℃以下に抑えられれば、人工授精でも受胎を落とすづらいということとなります。

ただ影響を受けるのは母体側も同様で、高温になると採食量の低下に伴うエネルギー不足・不均衡により生殖機能を変化させ、卵巣・子宮に悪影響を与えます。そのため、授精・移植どちらを用いるにせよ体温を高温にさせないコントロールは非常に重要です。

では、その体温のコントロールを乳牛は実際どのようにしているのでしょうか？

② 体熱放散の仕組み

乳牛の体熱放散には、潜熱放散と顕熱放散の2つがあります。

潜熱放散とは、呼吸および皮膚表面からの水分蒸散による熱の放散です。顕熱放散とは、体内深部から体表面への血流量増加や血管拡張による熱の放散です。

ヒートストレスを受けると、顕熱放散より潜熱放散の割合が大きくなっていきます(図1参照)。暑熱、ルーメンの発酵熱、乳生産により

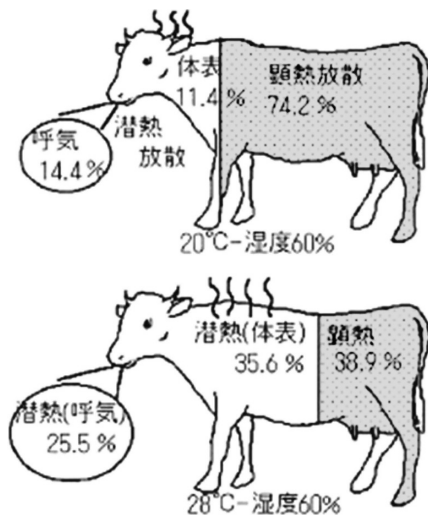


図 1 気温及び湿度の変化と乳牛の潜熱放散
 (農研機構「気温及び湿度の変化と乳牛の潜熱放散」から引用)

熱生産が増加する乳牛は、この潜熱放散をスムーズに促し、いかに体内に熱を留めないかが重要になってきます。

潜熱放散を促す要因には、

- (1) 呼吸による放散、
- (2) 皮膚表面の水分蒸散、

があり、この2点をなるべく妨げないことです。

(1)呼吸による放散は、空気中の水分量によって左右されます。水分量が多い(すなわち湿度が高い)と、呼吸による熱放散が困難になります(気温と水分量を加味した指標が湿熱指標=THIと呼ばれています)。そのため、空気中の水分量=湿度を下げるのが重要です。

(2) 皮膚表面の水分蒸散は、風が当たることで効果が高まります(推奨風速2m/秒以上)。また、湿度が高いと熱が逃げにくくなる為、外気の導入や細霧などの調節も重要です。

以上のことから、高温下(35℃以上)では潜熱放散が主体となるため、いかに湿度を高くしないかが重要になります。しかし、暑熱対策のなかで換気扇の風量のみでは牛舎内温度のコ

ントロールが難しく、屋根の遮熱塗料や細霧等も使用して牛舎内を熱くしないことも重要です。

気温と湿度の両方を変動させる細霧に着目し、体温との関係について調査した結果を報告します。

③ 細霧と体温の関係について

令和2年8月20日、外気温37.5℃、湿度50%の日中に、

- A 牧場：細霧あり(90秒噴霧、15秒停止)
- B 牧場：細霧無し

の2牧場の入口側、中央、奥側に位置していた3頭ずつの直腸温度を測りました。

結果は表1のようになり、牛舎内温度は細霧を使用している牧場34.8℃であったのに対し、細霧が無いB牧場では38.0℃と3℃以上高い状況でした。

一方、直腸温度は両牧場、位置でそれほど違いはありませんでしたが、B牧場の牛が少し低い結果となりました。両牧場の風速を比較すると、B牧場が高いことが要因のひとつであるかも知れませんが、大きな要因は湿度の上昇から呼吸による放散、皮膚表面の水分蒸散が妨げられたことにあると考えられます。

湿度上昇の原因は、噴霧時間に対して休止時間が短いことが挙げられます。細霧を有効に使用するためには、噴霧時間を短くし、休止の時間を十分に空けることが大切です。そうすることにより、湿度の上昇を緩やかにした上で、牛舎内温度と牛体温を下げるのが可能だと考えます。

しかし、農場によって換気や送風の形態なども異なるため、適切な噴霧時間と休止時間は異

表 1 細霧と体温の関係について

8月20日 14:00 気温37.5°C 湿度50%					
	A牧場		B牧場		
	牛舎内温度34.8°C		牛舎内温度 38.0°C		
	体温	風速	体温	風速	
入口側	39.4°C	3.2m/秒	39.5°C	5.0m/秒	
中央	39.9°C	4.5m/秒	39.3°C	5.9m/秒	
奥側	40.3°C	4.0m/秒	39.4°C	5.0m/秒	
平均	39.8°C		39.4°C		
細霧あり (90秒噴霧,15秒休止)			細霧なし		

なります。そのため THI メーターの設置と直腸温度の測定を行い、それらの結果を判断材料にしながら微調整を行うと良いと思います。

最後に、ヒートストレスを受け始める気温に関しては、19°C から 22°C と諸説ありますが、福岡県の気温を考えると、4月からヒートストレスを受け始めているかもしれません。

少なくとも5月には始まっているため、そこで早い時期から細霧を活用して気温を下げることで年間を通したヒートストレスをうける期間を短縮できる可能性はあります。

温暖化により、毎年夏場のヒートストレスは上昇傾向です。今後は4~5月から暑熱を意識して年間の生産性・繁殖性を向上させることが必要であると感じます。

引用文献

- 1) 高橋昌志：夏季の暑熱と人工授精受胎率。2015, LIAJ ニュース 153, 6-8.
- 2) 農研機構：気温及び湿度の変化と乳牛の潜熱放散, 1996.

第 49 回家畜人工授精優良技術発表全国大会 の概要

第 49 回日の本大会は、新型コロナウイルス感染拡大による 2 度目の非常事態宣言が発令された状況から、従来の日経ホールでの発表大会を中止し、初めてのオンライン開催といたしました。

視聴期間は 2 月 16 日（火）～ 2 月 23 日（火）の 1 週間とし、「牛の繁殖成績を向上させよう」を大会テーマとして、全国の家畜人工授精関係者 1,247 名にご視聴いただきました。

例年、各地で開催される選抜大会等も新型コロナウイルス感染拡大の関係から開催できなかった地域が多かったにもかかわらず、9 題（北海道 3 題、本州・四国 5 題、九州 1 題）の発表がありました。

これらの発表について、視聴期間終了翌日に 7 名の選考委員により西川賞受賞者の選考が行われ、居在家選考委員長から本年度の西川賞の受賞者 2 名を決定したことが報告されました。

本年度、西川賞を授与された発表者は、

・「繁殖牛の栄養管理技術と地域への普及に向けた課題」 佐藤 綾会員

・「管内黒毛和種繁殖牛の妊娠期間に及ぼす要因について」 土江 博会員

です。

なお、本号には西川賞を受賞されたお二方の発表内容と、優良技術発表に対する講評を掲載いたします。優良技術発表の内容は、通巻 310 および 311 号に順次掲載いたします。

<選考委員>

農林水産省生産局畜産部畜産振興課畜産技術室技術第 1 班課長補佐

加茂前清尚

前国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

畜産研究部門 家畜育種繁殖研究領域長

平子 誠

酪農学園大学学長

堂地 修

前岩手大学農学部教授

居在家義昭

東京農工大学農学研究院動物生命科学部門教授

田中 知己

宮崎大学農学部教授

大澤 健司

前徳島県東部農林水産局<吉野川>副局長

渡邊 徹

今回の全国大会を視聴していただきました皆様より、感想や意見など本協会へお送りいただければ幸いです。

第49回家畜人工授精優良技術発表全国大会 主催者挨拶

一般社団法人日本家畜人工授精師協会
会長 宮 島 成 郎

家畜人工授精優良技術発表全国大会の開会にあたりまして、ご挨拶を申し上げます。

本大会は、日常の授精業務を通じて得られた知見、調査研究の成果の発表や意見交換を行う貴重な場として、全国の各協会のご協力、関係機関・団体のご支援のもとに開催してきているものであり、本年で49回目を迎えることとなりになりました。

とりわけ、今年の大会は新型コロナウイルスの感染防止の観点から、オンライン開催とさせていただきます。このような形での開催は初めてでございますが、むしろ今まで以上に全国各地の多くの会員の皆様方にご視聴して頂けたのではないかと思います。このような中で発表されました皆様方、ご協力いただいた道県協会の関係者、そして審査に当たられました審査員の皆様方のご協力・ご尽力に対し、心より厚く御礼申し上げる次第です。

さて、昨年来、新型コロナウイルス感染症が世界的に蔓延し、これまでに経験したことのない大きな生活様式の変更を余儀なくされました。私どももほぼ1年に亘り様々な形で自粛を求められ、わが国の経済社会もその様相を大きく変えるところとなってしまいました。

このような厳しい社会情勢の中、わが国の畜産も昨年は新型コロナウイルス感染症の拡大に

よる緊急事態宣言によりインバウンド需要の喪失、外食需要の減少等もあり、牛枝肉価格や子牛価格の急落、牛乳・乳製品の在庫増など様々な影響がもたらされたところであります。

幸い、皆様方の地道で忍耐強いご努力と国の施策等が功を奏し、これらについてはほぼ前年と同水準までに回復しました。

このように取り巻く環境はなお厳しい中ではありますが、今後に向けて牛肉をはじめとする畜産業は、輸出拡大を担う主要産業としても期待され、畜産振興は今や国の重要施策として位置づけられてきております。とりわけ、酪農、肉用牛の経営においては増頭・増産がこれまで以上に求められているところであり、その繁殖基盤の強化が益々重要なものとなってきております。

その重要な支えとなっているのが、家畜人工授精師であります。

このため、本協会におきましても、牛の超音波検査マニュアルの作成、講習会の開催等を通じ、新たな家畜人工授精技術の向上に取り組んできているところでありますが、本大会の開催を始めとして技術の普及・向上のための取り組みを、引き続き積極的に進めて参る所存であります。

また、昨年は、家畜改良増殖法および家畜伝

染病予防法の一部改正や家畜改良増殖目標の改定等制度面での取り組みも行われました。とくに、和牛遺伝資源関連2法と呼ばれる改正家畜改良増殖法と家畜遺伝資源に係る不正競争の防止に関する法律は、私どもの日常業務に大きく関わる重要な法であり、昨年10月1日から施行されております。

家畜人工授精業務の中核的担い手であります私共家畜人工授精師が、率先してこれらをよく理解し、しっかり遵守して業務の推進に当たらなければならないと思っております。

今までにない環境の下での開催でしたが、関

係者のご理解ご協力のもと、9題のエントリーをいただきました。重ねて発表者および関係各位に深く敬意を表する次第であります。

本大会の開催が、家畜人工授精技術の更なる向上に資するとともに、生産現場における人工授精技術の評価につながり、家畜人工授精師がこれまで以上にかげがいのない技術者として畜産経営の安定と更なる発展に寄与されることを心より祈念する次第です。

終わりに、今回の開催のためにご協力を頂きました関係各位に改めてお礼を申し上げ、開催にあたりましてのご挨拶とさせていただきます。

第 49 回家畜人工授精優良技術発表全国大会 祝 辞

農林水産省生産局畜産部
畜産振興課 課長補佐

加茂前 清尚

「第 49 回家畜人工授精優良技術発表全国大会」が開催されるに当たり、一言お祝いの言葉を申し上げます。

はじめに、本大会に御参加の皆様方におかれましては、日頃から、畜産の振興・発展に御尽力いただいておりますことに、深く感謝いたします。

また、新型コロナウイルス感染症の拡大がみられる中、感染防止対策に取り組み、本年もオンラインという形で本大会を開催されました日本家畜人工授精師協会の皆様方に対しまして、心から敬意を表します。

畜産・酪農を取り巻く国際情勢につきましては、昨年 10 月に日英 EPA が合意し本年 1 月 1 日に発効いたしました。TPP11、日 EU・EPA、日米貿易協定、そして今回の日英 EPA と近年めまぐるしく国際環境が変化しております。国内の畜産・酪農生産に目を向けますと、肉用牛、乳用牛ともに飼養頭数は上向きの傾向はあるものの、牛肉については、国内生産量 33 万 t のうち和牛の生産量は 15 万 t、輸出は 4,000 t 程度に留まっております。また、生乳については、近年減少傾向で推移してまいりましたが、令和元年度に 4 年ぶりに増加に転じ、今年度も増加傾向が続いています。

このような中、昨年は、「食料・農業・農村基本計画」を見直すとともに、畜産・酪農分野においても、「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」や「家畜及び家きんの改良増殖目標」を見直し、今後、酪農及び肉用牛生産の成長産業化の道筋を確固たるものとするため、海外市場も含め拡大が見込まれる需要に応えるための生産基盤強化を進めるとともに、次世代に継承できる持続的な生産基盤を創造することで、国内の高い畜産物需要に対応した国産畜産物の供給の実現、戦略的な輸出による積極的な海外市場の獲得、産業としての持続的な発展を目指すことといたしました。

さらに我が国の宝である和牛の精液等の遺伝資源につきましては、我が国の和牛肉の強みを守り、輸出促進を図る観点からも、その適正な流通管理と知的財産としての価値の保護が極めて重要です。このような情勢を踏まえ、昨年、家畜改良増殖法の一部を改正する法律及び家畜遺伝資源に係る不正競争の防止に関する法律が成立し、同年 10 月 1 日に施行されました。

これらの法律により、家畜人工授精所以外で保存された精液の譲渡等を禁止するとともに、その譲渡等の記録や容器への種雄牛名の表示等を義務化することで、和牛の精液等の不適切な

流通を防止することとしました。その上で、知的財産としての価値を保護するため、窃盗・詐欺等による不正な取得等を不正競争とするとともに、その利用を国内に限るなどの契約の範囲を逸脱した利用等に対する差止請求などの新たな措置を講じています。

引き続き、これらの取組を進めることで和牛の遺伝資源をしっかりと守ってまいりますので、本日御参加の皆様方におかれましては、本制度に基づく精液等の適正な取扱いにつきまして、各地域における模範となる役割を担っていただきますようお願い申し上げます。

本大会のように、各地域の家畜人工授精師を代表する方々が日頃の成果を発表し、技術の研鑽を積まれることは、大変意義深く、こうした素晴らしい取組が回を重ねて開催されることにより、我が国畜産の更なる発展に繋がると考えております。

結びに当たりまして、本大会に御参加の皆様方の今後益々の御活躍、並びに本大会を主催されました日本家畜人工授精師協会の一層の御発展を祈念いたしまして、お祝いの言葉とさせていただきます。

優良技術発表に対する講評

元岩手大学農学部教授
居在家 義昭

昨年来の新型コロナウイルス感染症の影響で、ワーキングスタイルも大きな変化に見舞われています。在宅勤務やリモート会議システムなどの導入は、その典型的な例なのかもしれません。

今年の第49回大会においても、今までに経験したことのないビデオ発表となりました。授精師の皆様は、これまでは畜舎に家畜の感染症を持ち込まない、あるいは持ち出さない事に多大な注意を払ってきましたが、新型コロナウイルス感染症は、さらに人の感染症に対しても同様な対応を迫られています。そのため、畜主と同僚達とのコミュニケーションも円滑には進まない事も多々あるのではないかと危惧しています。

このような社会情勢の中、9名の方々が本発表に至った事に対しまして、敬服する次第です。ビデオ発表は会場に赴くことができない多くの会員が視聴できる利点もあります。しかし、演者にとっては会場での発表と異なり、やや戸惑いもあった事と思います。視聴する会員に共感・納得させるプレゼンテーション能力は、会場での発表以上に難しいものです。例えば原稿に目を通すために頻繁に下を向いたり、室内の反響音のために声が聞きづらかったりした例も見受けられました。しかし、全体的には良くまとめられていたと感じます。

今回の発表は、すべてが牛に関するもので、人工授精、胚移植、繁殖障害、遺伝、普及などの分野でした。

第1席は、暑熱期の受胎性低下を阻止する方法として、低単位のeCG製剤を投与して、その後の人工授精や胚移植後の受胎性を検討したものです。暑熱期対策は、とくに乳牛に必須となっており、受胎性の低下のみならず乳量の低下をもたらすなど、高温多湿の我が国ではどのような暑熱対策をとるかが需要です。そのため、本発表は時宜を得たものでした。eCG投与によって、人工授精の受胎率は変わらなかったのに対して、胚移植では若干受胎率が向上したとのことですが、統計解析をしてその効果を論じたらよいと思います。

卵子への暑熱の効果は未成熟な卵胞期から成熟卵胞、受精後の8細胞期胚まで影響するとされています。それは母性遺伝子だけが働いているためで、両性の遺伝子が働く16細胞期胚以降は暑熱の影響も少し低下するとされています。生殖細胞に対する暑熱の影響は長期間に渡るもので、そのためシングルeCG投与では十分な効果が得られなかったのではとも考えられます。さらなる研究の深化に期待します。

第2席は、肉用繁殖牛において長期不受胎牛に対する子宮洗浄の効果についてです。

低受胎性改善の一環としての子宮洗浄の効果は、期待できます。なかなか現場において子宮洗浄を多頭数に実施することは容易ではなく、薬液注入のみに終わっていると思います。受胎成績も子宮洗浄群で高い傾向にあり、胚移植回数も少なくなっています。

しかし、子宮洗浄すべきと判断した経緯があまり明確でないのではないかと思います。また、本牧場における基本的な情報である総飼養頭数に対する長期不受胎牛の割合、平均産次などが不明であり、このような長期不受胎が一握りなのか、あるいは大部分を占めるのかによって、その対処方法も異なってきます。また、超音波診断による子宮内膜の状況の判断、発情粘液の混濁度や卵巣の卵胞や黄体の状況などが、子宮洗浄効果とどのように関係しあったのかも解析できれば、大きな効果が期待できるものと考えます。

第3席は、黒毛和種牛の妊娠期間の長期化に関する発表です。ホルスタイン種においても妊娠期間が延びている状況にあります。その要因解析については判然としていませんでした。そういった意味でも、島根県下における大規模な系統解析を行い、系統ごとの違いを明らかにした意義は価値あるものです。肉用牛の繁殖経営では、健全な子牛を得ることが最大の経営活動ですから、交配系統や分娩予定季節などによる妊娠期間の揺らぎを確実に伝達できることは分娩事故防止にも大きく貢献できるものです。それぞれの経営者が飼養している牛の血統にも精通している授精師の力量の高さにもあります。今後は遺伝率などの算出など、統計遺伝学的な解析に期待します。このような研究が、繁殖障害での長期在胎日数の見直しなどにも関与するものと思います。継続的な解析をお願いします。

第4席は、授精師支部会の活動と今後の発展方向性についてでした。畜産農家の減少と担い手の高齢化は全国に当てはまります。飼養頭数は飼養規模拡大に伴って、畜産農家戸数ほどは減少していませんが、それにしても限界があります。支部会の活動の重点目標と研修会活動などは、全国の支部会の規範ともなるものです。

今後の活動方針についても技術力の向上、会員相互のコミュニケーションや新規会員の勧誘など、未来に向かっての展望が述べられており、とても力強く感じました。今後は、支部会の魅力を高めるための指針に向かって、畜産農家とも協力して活動を継続していただきたいと思います。

第5席は、黒毛和種の繁殖経営を基盤としながら、中核的人工授精師として地域での活動をまとめたものでした。飼養規模を拡大しながら、コントラクターの整備、飼料基盤確保による100%自給飼料の達成などは、たゆまぬ努力の成果です。また、繁殖管理記録も紙ベースと自作の牛群管理プログラムによる牛群成績の一元化など、世代交代の新側面を発揮されており、他の担い手にも大きな影響を及ぼしているものと思います。支部会活動においても先導的役割を担い、その活性化と技術力の向上に貢献していることも評価されます。今後は地域畜産の振興に向けて積極的な活動を継続するとともに、胚移植、性選別精液などの新技術の発展・普及に取り組んでいただければと思います。

第6席は、乳牛への凍結体外受精卵移植の受胎率に及ぼす要因の解析でした。受精卵移植までの工程を明確に、担当者が異なっても同じ水準の技術サービスを構築され、実践されていることは診療所全体の努力の賜物です。発情、発情後出血、季節、分娩後日数と受胎性に関する要因などについて多頭数の記録を元に解析し、受胎率の向上に結び付くような貴重なデータが得られました。一方、発情群と出血群の区分ですが、発情群の中に出血群が含まれているのか、発情を見逃して出血だけで判定しているのかが不確実で、口頭でも十分な説明がなされていませんでした。ある報告によりますと、発情と確定したものが20%に対して、出血だけで判定して移植するケースが50%に達しているが、

受胎率は発情明瞭で高かったとの事です。また、一律的な hCG 投与についても検討すべきと考えます。いずれにしましても受精卵移植牛における受胎率向上に向けた試行錯誤はなされるべきで、要因解析に基づく実践の成果に期待します。

第7席は、黒毛和種牛における授精後の各種の処置が受胎率に及ぼす要因解析について、とくに子宮内膜炎などとの相互関係についての発表でした。高い受胎率を得るために、発情と授精適期の的確な判定や凍結精液の基本的な融解法に始まり、生殖器疾患の早期摘発と獣医師との連携などについて、日々精励されていることは非常に価値あるものです。子宮頸管粘液の混濁度から子宮内膜炎などの疾病を判断できるメトリチェックの適用は、今後の普及にも役立つものです。統計解析も、適切になされていました。

地域の次世代を担う若手授精師として、今後とも精力的に活動される事を期待しますが、各戸別やそれぞれの牛群管理については、適切な繁殖管理プログラムを用いたら、各種要因の整理が迅速にできると思います。

第8席は、受精卵移植時の黄体サイズと受胎性に関する発表で、移植する際に移植すべきかどうか迷う事のある中での、示唆に富んだ内容でした。移植時の黄体サイズが2cm以下を小さな黄体と判断して、12/135頭(9%)が該当しました。このような小さな黄体は排卵時期が遅れているためであると推察され、移植時期を遅らせることで受胎したとのことでした。発情確認と授精適期については am・pm 法があるように、いつ発情を発見したかが排卵時期にも影響をします。排卵時期を移植頭数全体に把握することは現実的に難しいのではないのでしょうか。また、黄体が小さいと判断された牛は、次の性周期でも同様な傾向にあったのでしょうか。

か。また、超音波診断で客観的な計測値を示しながら、今後のデータ蓄積と対処法の構築に継続的に取り組んでいただきたいと思います。

第9席は、乳牛において衛生管理状態と繁殖成績に関する報告で、動物福祉を考えるうえでも大いに参考になる内容でした。つなぎ牛舎とフリーストール牛舎を比較した場合、つなぎ牛舎で多くの改善項目があったとの事です。フリーストール牛舎では機械化されている部分もあり、また牛床の管理なども容易に行える利点があるものと思われます。求めらば、このような改善項目に対して、経営者の感触、実際の実施状況や改善後の繁殖や乳質の事項についての反映状況が示されたならば、発表に深みが出たものと考えます。今後の継続的な取り組みは、高品質乳生産に大いに寄与するものと考えます。

西川賞の選考についてですが、選考委員7名が公平に種々の要素を加味して慎重に論議して選考いたしました。その選考の結果、本年度の西川賞は佐藤綾会員発表の第5席「繁殖牛の栄養管理技術と地域への普及に向けた課題」と土江博会員発表の第3席「管内黒毛和種繁殖牛の妊娠期間に及ぼす要因について」に授与することに決定いたしました。

授賞理由ですが佐藤綾会員の発表は、主要農作物として畜産基盤が必ずしも盤石ではない地域において、黒毛和種の規模拡大や自給飼料の確保などを推進され、繁殖管理プログラムなどを自前で構築するなどの軌跡は、今後の畜産振興や受胎性向上などの牛群管理における基本となるものです。また、支部会の研修会における技術研鑽にも講師を務めるなど、今後の支部会活動の中核的役割を担っていくものと考えられる事などに対しまして高く評価いたしました。

土江博会員の発表は、黒毛和種の妊娠期間の及ぼす影響について14年間の8,916頭について

系統解析をしました。その結果、系統によって妊娠期間が約 290 日に延長していることが明らかになりました。このことは健全な妊娠、分娩が繁殖和牛子取り経営においては最重点事項となるもので、しっかりとした分娩準備態勢が的確に準備できることを示しています。また、繋養牛の系統などをよく把握し、授精時に妊娠期間の長短について示唆できる授精師ならではの

力量は、分娩事故防止に役立ち、畜主との信頼関係もより強固になることが期待されること高く評価しました。

受賞されました 2 名の会員を初めとして、それぞれの会員が繁殖経営や技術に対して問題点を見出し、その解決に向けた軌跡と技術のより高い研鑽を積みかさね、繁殖経営の安定化に向けて寄与されますことを願っております。

3. 管内黒毛和種繁殖牛の妊娠期間に及ぼす要因について

島根県 土江 博
(島根県家畜人工授精師協会 大田支部)



I. 目的

ここ数年、生産者の皆様から「妊娠期間が長くなったようだ」との声を聞くことが多くなった。人工授精師としては、受胎することはもちろんのことだが、分娩予定日に無事に生まれたかどうかも気掛かりなところである。分娩が予定日よりずれることによる早産や難産などの発生、さらには産子が無事に育ってくれるだろうかなどの心配が伴う。

このため、授精時に妊娠期間の予測情報を生産者へ提供することは、分娩事故防止や安全に子牛を取り上げることの観点から、生産性向上につながる一つの技術として期待出来る。

そこで、本発表ではJAしまね石見銀山地区本部畜産課にH16年から保存している管内の黒毛和種繁殖牛の分娩届のデータ（データ入力項目：地区名、生産者名、産子名号、産子性別、母牛名号、母牛登録番号、10桁番号、産子生年月日、交配種雄牛、母方父牛、母方祖父牛、授精師名、授精年月日、授精回数）を用い、妊娠期間に及ぼす要因について分析を試みた。

II. 材料及び方法

分析に用いたデータは、H16年～H30年の8,916頭の分娩届の中から、H25年のデータ（データ欠損）、妊娠期間300日以上と270日以下の事例、ならびに受精卵産子を除いた人工授精産子7,613頭を対象とし、さらに交配種雄牛の効果を検討するために産子頭数20頭以上の種雄牛の産子6,619頭を供した。

また、系統からの要因分析のため、交配種雄牛及び母方父の系統を藤良系、気高系、兵庫系に大別し、系統不明を除外した7,591頭を供した。

分析は、妊娠期間に影響を及ぼすと考えられる項目を①分娩年次、②産子の性別、③分娩季節（1月～3月を冬、4月～6月を春、7月～9月を夏、10月～12月を秋）、④交配種雄牛（61種類）、⑤交配種雄牛の系統、⑥母方祖父系統ならびに⑦交配種雄牛の系統×母方祖父系統とし、JMPver8（SAS）による最小二乗分散分析により行った（表1）。

表1 系統別の妊娠期間

系 統	妊 娠 期 間
父 方	兵庫系 289.9±0.09
	藤良系 289.2±0.12
	気高系 289.2±0.11
祖 父 方	気高系 289.7±0.12
	藤良系 289.6±0.10
	兵庫系 289.2±0.10

備考) ①最小二乗平均値±標準誤差。
②父方及び祖父方：1%以下水準の有意差有り。

III. 結果

全データの平均妊娠期間は289.5±4.90日と、平均的な妊娠期間である285日より約5日長かった。

① 分娩年次による推移（図1）は、H16年=290.1±0.31日、H17年=289.2±0.29日、H18年=289.5±0.31日、H19年=289.7±0.29日、H20年=289.8±0.25日、H21=289.8±0.26日、H22年=289.7±0.23日、H23年=289.4±0.25日、H24年=289.6±0.25日、H26年=289.0±0.27日、H27年=288.9±0.28日、H28年=288.7±0.29日、H29年=288.8±0.29日、およびH30=288.7±0.30日であり、すべての区間で有意な差は認められなかった。

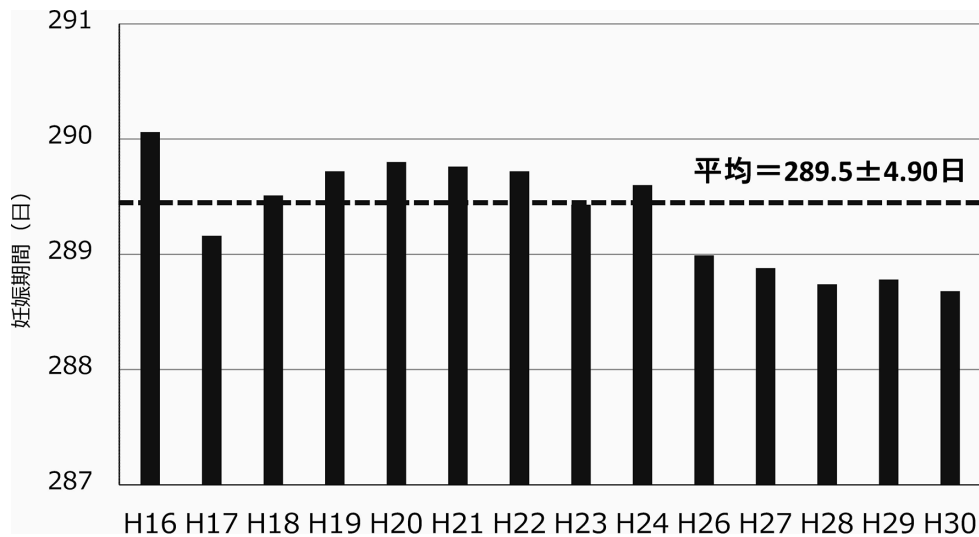


図 1 年次別による妊娠期間の推移

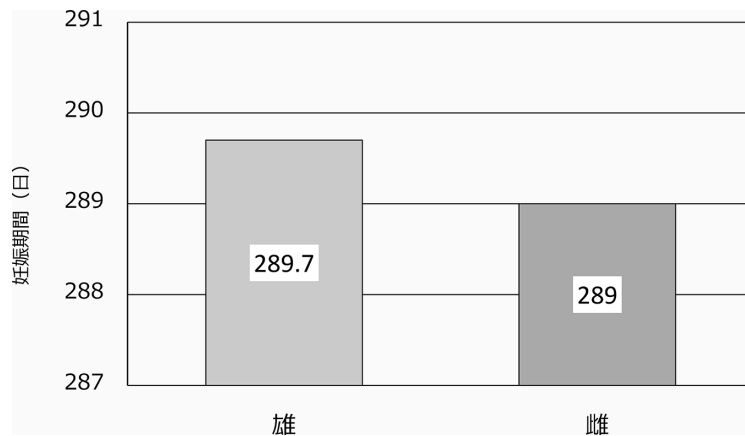


図 2 性別の違いによる妊娠期間

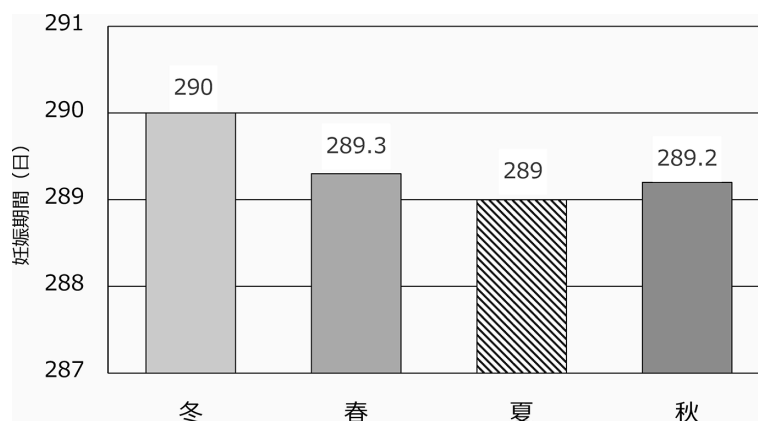


図 3 分娩季節の違いによる妊娠期間

- ② 産子の性による妊娠期間について (図 2)、雄は 289.7 ± 0.11 日、雌では 289.0 ± 0.11 日と雄 > 雌とであり、両者間に有意な差が認められた ($p < 0.01$)。
- ③ 分娩季節の違いによる妊娠期間 (図 3) については、冬 = 290.0 ± 0.14 日、春 = 289.3 ± 0.13 日、秋 =

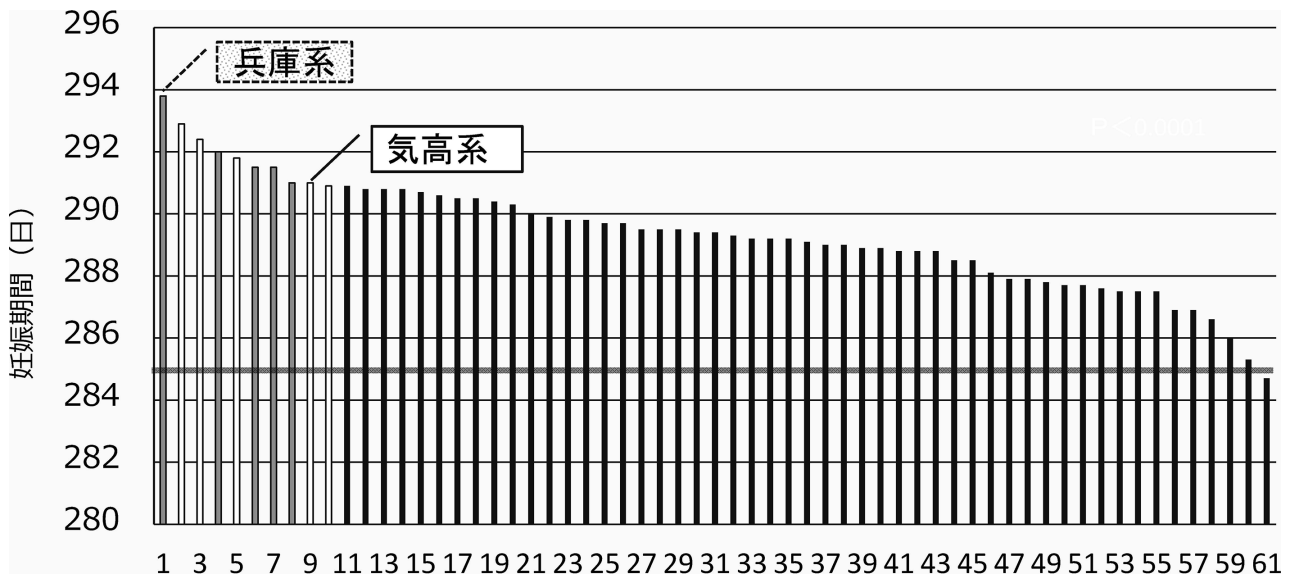


図 4 交配種雄牛の違いによる妊娠期間
※種雄牛名は、便宜上 1～61 で示した。

289.2±0.14 日ならびに夏 = 289.0±0.13 日で、冬>春>秋>夏となり、有意な差が認められた (p<0.01)。

- ④ 交配種雄牛の違いによる妊娠期間 (図 4) は、交配種雄牛間で最大約 9 日の差異があり、有意な差が認められた (p<0.001)。妊娠期間が長い上位 10 位の系統では、1、4 および 6～8 位が兵庫系、2、3、5、9 および 10 位が気高系であり、藤良系は 1 頭も含まれていなかった。
- ⑤ 系統別による妊娠期間の違いを表 1 に示したが、父方系統は兵庫系>藤良系>気高系、祖父系統は気高系>藤良系>兵庫系であり、いずれも有意な差が認められた (p<0.01)。父系×祖父系では、兵庫系×気高系>兵庫系×藤良系>兵庫系×兵庫系>気高系×藤良系>藤良系×藤良系>気高系×気高系>藤良系×気高系>藤良系×兵庫系>気高系×兵庫系となり、有意差が認められ (p<0.05)、父方が兵庫系であると他の組合せに比べ妊娠期間が長くなることが明らかとなった。

IV. 考察

一般に黒毛和種繁殖牛の妊娠期間は 285 日として知られており、分娩予定日の推定は簡易的に授精月から 3 を引き、日に 10 を加えた計算方法が普及している。今回の JA しまね石見銀山地区本部管内の繁殖牛の平均的な妊娠期間は、285 日より約 5 日程度長いことが判明したが、H20 年をピークに短くなる傾向にあった。年次による妊娠期間や現状について、原田ら¹⁾ は平成 11～14 年の調査でいずれの年も 290 日を超えており、藤村²⁾ は昭和 56 年～平成 20 年の調査で 288.6±4.9 日、波平ら³⁾ も調査 10 年間の平均妊娠期間は 287.7±5.5 日と、いずれも妊娠期間が延長する傾向にあることが報告されている。一方、新城ら⁴⁾ は運動量の少ない牛の妊娠期間は長く、繁牧を加味した飼養を行っている運動量の多い牛は短かったと報告している。今回の調査対象の飼養形態は、ほとんどが舎飼であったことから妊娠期間延長に影響を及ぼしているものと推察されるが、年次による妊娠期間の延長は認められなかった。

産子の性別では、雄が雌よりも 0.7 日長くなった。波平ら³⁾ は雄子牛が雌子牛より 1.2 日、新城ら⁴⁾ は雌子牛が雄子牛より約 1 日早く生まれる傾向にあること、藤村²⁾ は雄子牛は雌子牛より約 1 日長くいと報告しており、今回の調査でも雄が雌より約 1 日長いことが確認された。

季節は、藤村²⁾は4～10月に比較し11～3月は長い傾向にあり、寒い冬は1日長く、新城ら⁴⁾は春～夏分娩のものが秋～冬分娩のものに比較し短かったと報告している。今回の調査でも、冬を含め寒い季節での分娩は、他の季節よりも妊娠期間が長いことが示された。

佐野ら⁵⁾は、黒毛和種繁殖雌牛の分娩1か月前の低栄養が胎子の成熟遅延を誘引し、それが在胎期間延長の要因と述べている。秋から冬の間で妊娠期間が長くなるのは、冬季間の粗飼料不足や寒冷感作を考慮した栄養管理がされず、胎子の発育に影響を及ぼした可能性が考えられる。また、雄が雌よりも妊娠期間が長くなることは、性別による胎子期の発育量の差によるものと推察される。

交配種雄牛と系統の違いや組合せについて、波平ら³⁾は父牛の系統ごとの違いで田尻系>藤良系>気高系の順となり、藤村²⁾は母の父では兵庫系で短い種雄牛が多く、産子の父でも5.2日の差があることを報告している。

JAしまね石見銀山地区本部管内の年次別の父方及び祖父方系統割合について、父方系統（図5）は藤良系が一定割合で交配はあるものの、兵庫系及び気高系が約8割を占めている。一方、祖父方系統（図6）では兵庫系及び気高系の割合が増加しているのに対し、藤良系の割合が急速に減少している。

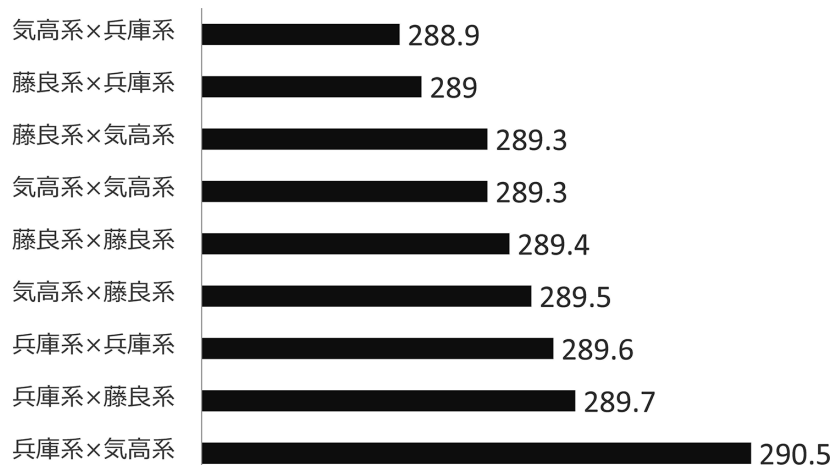


図5 父方系統×祖父方系統の組合せの妊娠期間

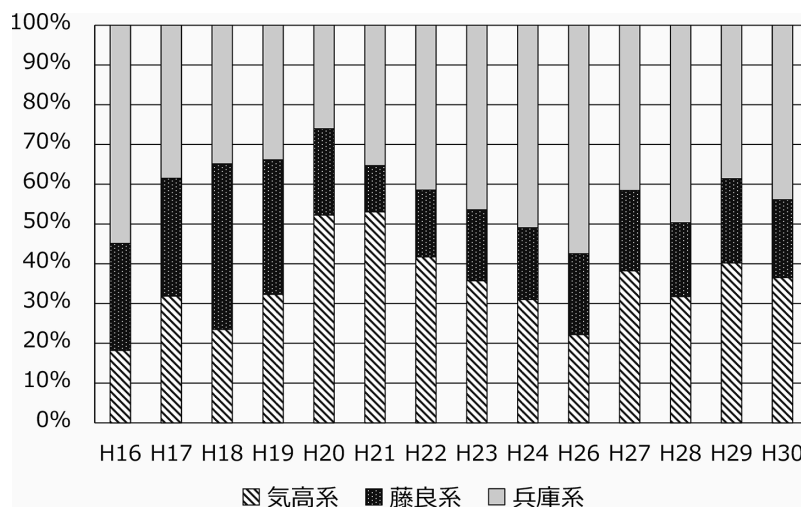


図6 父牛系統の年次割合の推移

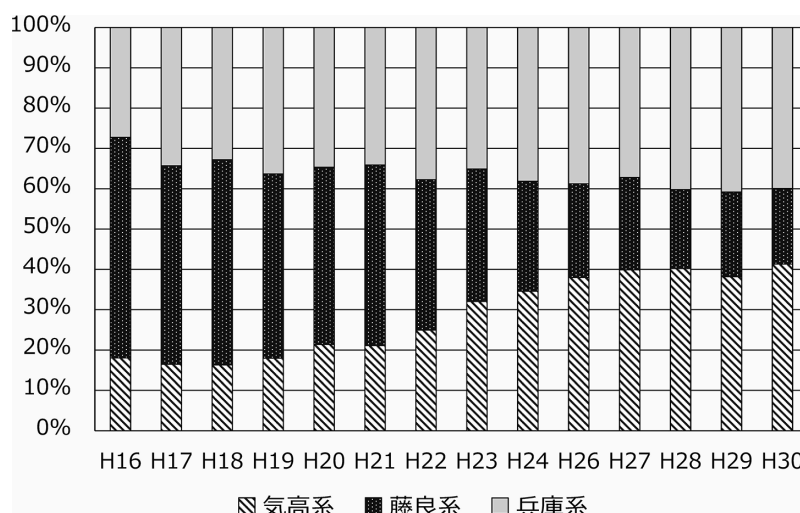


図 7 祖父牛系統の年次割合の推移

管内の状況からは、母体（祖父系統）にはより増体や肉質が優れている系統、父牛にも同様の系統の組み合わせによる交配が読み取れ、いわゆる時代が求める「牛肉」が系統や交配を生み出し、それが妊娠期間に影響を与えるのではないかとと思われる（図7）。それが、各生産者の飼養する繁殖牛の血統に関わり、地域全体として「妊娠期間が長くなった」と言う懸念は、個々の生産者に属することではないかと考えられた。

最近では、ICTを活用した分娩のお知らせシステムが開発されており、安心して分娩を迎える体制は出来つつあるが、中山間地域では電波が届きづらい地域も多々あることや高齢飼育者の増加等を鑑みると、事前に分娩日のある程度予測できれば安心して分娩を迎えることが出来るものと思われ、それが次回の発情や授精につながり、生産率向上に貢献できるものとする。

そのためにも、一般に知られている妊娠期間 285 日について全国調査を実施し、見直しの検討をすべきと考える。

参考文献

- 1) 原田 宏ら (2005) 西日本畜産学会報, 48, 39-43.
- 2) 藤村和哉 (2009) 養牛の友, 11, 45-48.
- 3) 波平知之ら (2011) 日本暖地畜産学会報, 54, 189-194.
- 4) 新城明久, 小村浩二 (1990) 獣医情報科学雑誌, 25, 1-6.
- 5) 佐野公洋ら (2013) 家畜感染症学会誌, 2, 45-49.

～質問と回答～

Q. 妊娠期間は性別や季節よりも種雄牛に影響を受ける、との考察ですが、その根拠は何でしょうか？

A. 各要因の妊娠期間の差異を見ますと、種雄牛は最大で9日間も差があります。他の要因についての差は僅かであることから、交配種雄牛の影響が大きいと考察しました。仮に、種雄牛間の差も僅かであった場合の考察は、各要因相互によって影響を受けるに止まったと思います。各要因の交互作用も分析すれば良かったかも知れませんが、PC能力の限界です。

Q. 季節も分娩間隔に影響を与えています。冬は夏よりも1日妊娠期間が長くなっていますが、この理由は何だとお考えでしょうか？

A. 妊娠末期の母体の栄養状態が影響しているものと思います。冬は寒冷の感作を考慮し、通常よりも栄養充足率を上げないといけないですが、それが出来ていないと考え、それによって胎児の成長がやや遅延し、胎児がもう少し母体の中で過ごしたいと考察しました。

5. 繁殖牛の栄養管理技術と地域への普及に向けた取り組み

山形県 佐藤 綾
(山形県家畜人工授精師協会庄内支部)



I. はじめに

全国有数の米どころ山形県庄内平野の最北端に位置する遊佐町で、家業の和牛繁殖経営に携わってほぼ10年が経過した。広大な水田が広がる地の利を生かした稲ホールクroppサイレージ（稲 WCS）の利用と、自ら人工授精を行うことにより繁殖成績の向上と経営の拡大を図ってきた。

また、地域の家畜人工授精師の高齢化が進む中、自らの経験を基に地域の若手人工授精師の育成に取り組んでいるのでその概要を紹介する。

II. 取り組み内容

1. 農場の概要

- 1) 経歴：山形県立農業大学校在学中に家畜人工授精師の資格を取得し、平成20年卒業後すぐに自家農場に就農し同時に家畜人工授精を開始した。また、規模拡大を進めながら実務経験を積んできた（図1）。

平成20年山形県立農業大学校畜産学科卒業

同校在籍時に家畜人工授精師資格を取得し、卒業後就農と同時に家畜人工授精業務を開始する。

家畜飼養施設概要

	○畜舎		○堆肥舎	
	1号舎（成牛舎）	550㎡	堆肥舎A	96㎡
H20年整備	2号舎（成牛舎）	200㎡	堆肥舎B	48㎡
H28年整備	3号舎（子牛育成舎）	220㎡		
	○機械格納庫		○機械・装置	
	機械格納庫A	132㎡	トラクター	2台
	機械格納庫B	65㎡	ホイロダガー	2台
	○飼料基盤		スキッドステアダガー	2台
	草地（転作田）	14ha	ダンプ車（2t）	2台
	※稲WCS 14haは、耕種農家より供給を受ける		ディスクモア	2台
			ツインレーキ	1台
			ロールベアラ	1台



図1 経営の歩みと所有施設概要

- 2) 農場：黒毛和種繁殖雌牛約60頭、子牛30頭を飼養し、子牛市場に出荷している。
- 3) 粗飼料生産：地域を挙げた稲WCSの生産に取組み、平成23年には畜産農家6戸による稲WCS収穫作業の機械利用を共同化するためコントラクター組合を設立し、耕種農家（水田35ha）との連携を

図り粗飼料自給率 100% を確保している。

2. 規模拡大の経過と対応

大学学校在学中より就農に備え、増頭計画を立てると同時に既存の問題点を明確にし、成績改善へのアプローチを行った。

増頭する上での問題点として、平均分娩間隔が 400 日超と管内平均よりも長いこと、また子牛の事故が多いことが挙げられた。そこで、適切な繁殖管理のための人工授精技術を取得するため、就農開始 1 年間で直腸検査を実践から学び、技術の研鑽と知識の習得に励んだ。

習得した技術を実践に生かすために PDCA サイクルに基づいた作業進捗管理に取り組んだ。

1) PDCA サイクルによる繁殖成績向上への取組 (図 2)

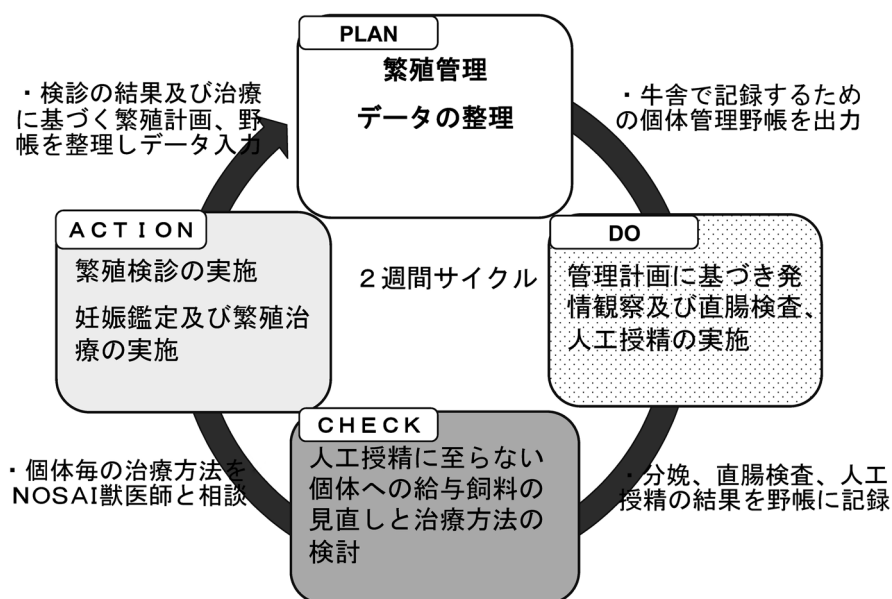


図 2 PDCA サイクルに基づいた作業進捗管理の実施

P：繁殖管理計画作成。パソコン上の牛群管理表により 1 頭ごとの繁殖状況を管理し、繁殖計画を立てる (図 3)。

D：発情観察、直腸検査、人工授精の実施。作業結果を野帳に記録し、牛群管理表に入力 (図 4)。

C：月 1 度の JMR に参加し、フレッシュチェックや妊娠鑑定を行い受胎確認。不受胎牛については原因を卵巣所見、飼料の変更内容、治療歴等の記録から推察。

A：獣医師による繁殖検診と治療の実施。飼料給与内容の見直し。

3. 取組みの成果

PDCA サイクルを回すことにより、繁殖治療時などにはこれらの記録を獣医師と共有し、対応方針を検討・実施する際の参考にできる。また、月 1 回の JMR 以外にも授精後日数をいつでも確認できることで、授精後 27 日目以降から獣医師に早期妊娠鑑定を依頼している。

フレッシュチェックや治療が必要だと思われる場合も、記録に基づき随時依頼することで空胎日数の短縮に積極的にアプローチし、不受胎の場合は次回の授精計画により早く移行することができるようになった。

また、現状の繁殖成績を随時確認することで、繁殖管理に課題がないかチェックしている。

名号	1代祖	生年月日	年齢	総分娩間隔	生理的	産歴	最終分娩日	分娩後日数	初回AIET日	初回AIETまでの日数	最終AIET日	最終授精精液	AI後日数	AI回数	分娩8週前	分娩予定日	分娩間隔	前回削減日	市場販売総価格差	子牛1頭当価格差	受胎までの日数
よしみ	好平茂	H29.6.26	3.6	333	40	2	R2.4.11	285	R2.5.30	49	R2.5.30	福之姫	236	1	1/10	3/11	334	12/27	29,193	29,193	49
よしゆりこ	芳之國	H28.2.29	4.9	335	40	4	R2.12.13	39										2/28	42,676	14,225	
ふくひさ	安福久	H29.3.10	3.9	341	40	3	R2.12.12	40										2/28	108,524	108,524	
みくに	美国桜	H29.3.18	3.9	343	40	3	R2.12.13	39										2/28	177,326	88,663	
ゆりこ	美津照重	H28.2.27	4.9	344	40	4	R2.11.1	81	R3.1.2	62	R3.1.2	諒太郎	19	1				12/28	#REF!	#REF!	
あきこ	秀菊安	H24.9.15	8.4	345	40	7	R2.5.22	244	R2.7.5	44	R2.7.27	福之姫	178	2	3/9	5/8	351	12/27	-103,553	-34,518	66
まりな	隆之國	H26.2.27	6.9	346	40	6	R2.10.1	112	R2.11.26	56	R2.11.26	勝早桜5	56	1	7/9	9/7	341	12/28	136,947	45,649	56
あや	北福波	H27.7.27	5.5	349	40	4	R2.5.6	260	R2.6.29	54	R2.7.19	諒太郎	186	2	3/1	4/30	359	12/27	116,699	58,350	74
さつき	勝平正	H24.9.15	8.4	351	40	6	R2.3.31	296	R2.6.1	62	R2.6.1	諒太郎	234	1	1/12	3/13	347	12/27	15,347	5,116	62
ふみの	芳之國	H28.9.5	4.4	355	40	3	R2.8.26	148	R2.11.1	67	R2.12.1	聖香藤	51	2	7/14	9/12	382	12/27	78,996	78,996	97
ひまわり	平茂晴	H22.8.26	10.4	356	40	9	R2.4.4	292	R2.5.22	48	R3.1.4	冬景21	17	5				12/27	-36,117	-4,515	
なぎさ	百合茂	H25.7.6	7.6	357	40	6	R2.4.5	291	R2.5.27	52	R2.5.27	美国桜	239	1	1/7	3/8	337	12/27	-51,585	-10,317	52
ひさ	安福久	H25.12.9	7.1	357	40	6	R2.10.21	92	R2.12.16	56	R2.12.16	諒太郎	36	1				12/28	#REF!	#REF!	
ふくひで	菊福秀	H27.5.12	5.7	357	40	4	R2.6.18	217	R2.8.30	73	R2.10.13	茂晴花	100	3	5/26	7/25	402	12/27	-22,286	-11,143	117
あゆみつ	光平照	H29.3.16	3.9	358	40	2	R2.2.22	334	R2.4.15	53	R2.5.8	秋忠平	258	2	12/19	2/17	361	12/27	228,935	114,468	76
たかひさこ	隆之國	H29.1.30	4.0	358	40	2	R2.3.31	296	R2.6.2	63	R2.6.2	勝早桜5	233	1	1/13	3/14	348	12/27	0	#DIV/0!	63
うめただ	平忠勝	H26.9.12	6.4	359	40	5	R2.7.27	178	R2.9.16	51	R2.9.16	福之姫	127	1	4/29	6/28	336	12/27	16,236	4,059	51
みどり	諒太郎	H30.3.5	2.9	359	40	2	R2.12.23	29										2/28	22,724	22,724	
かつさかえ	勝忠平	H22.3.24	10.8	362	40	9	R1.12.9	409	R2.1.31	53	R2.4.25	茂晴花	271	4	12/6	2/4	423	12/28	149,547	21,364	138
かずよ	糸福(鹿)	H21.5.17	11.7	364	40	10	R2.7.5	200	R2.8.23	49	R2.10.4	福増	109	2	5/17	7/16	376	12/27	-42,110	-5,264	91
めい	百合茂	H24.5.29	8.7	365	40	7	R2.4.15	281	R2.6.6	52	R2.10.14	聖香藤	59	4	1/5PG	1/8AI予定		12/27	162,045	27,008	

◆ データは自動計算で集計されるように設定 牛群の成績を注視し、予測される事態に備える

自家成績		妊娠率 61.4%		ペナルティー合計 898		月毎分娩予定		授精月毎の受胎頭数	
不妊率	36.8%	妊娠率	61.4%	JMR対象頭数	44	1月	1頭	4月	5頭
分娩後経過日数	194.1	平均授精回数	2.6	JMR値	20.41	2月	4頭	5月	5頭
初回授精までの日数	55.8	平均分娩間隔	373			3月	5頭	6月	3頭
平均授精回数	1.9	初回受胎率	28.6%			4月	1頭	7月	1頭
		初回授精までの日数	57			5月	0頭	8月	0頭
		初回受胎頭数	10			6月	0頭	9月	3頭
		受胎までの日数	88			7月	3頭	10月	3頭
						8月	2頭	11月	3頭
						9月	5頭	12月	4頭
						計	21頭	計	27頭

繁殖牛飼育状況		順位		順位	
繁殖頭数	57	妊娠率	53.8%	JMR値	42.92
肉転	1	平均授精回数	1.8		
妊娠牛	35	平均分娩間隔	13.7		
不妊牛	21	初回受胎率	54.5		
未経産	13	初回授精までの日数	85.5		
平均年齢	4.9				
平均産歴	3.3				

図 3 自作の牛群管理表



分娩、直腸検査、人工授精など繁殖管理作業の結果を野帳に記録

記録した野帳はファイリングして牛舎内に備え付ける

図 4 繁殖記録野帳に個体毎記録

技術対策や経営シミュレーションと実績の点検をくり返し行うことで増頭達成時期を早めることができ、就農時繁殖雌牛 15 頭から 10 年後には 50 頭まで増頭した。繁殖牛の適切な栄養管理による分娩間隔の短縮に取り組んだ結果、就農時に問題となっていた分娩間隔や子牛の事故率について、速やかに改善を図ることができた (表 1)。

表 1 経営規模の変遷と繁殖成績の推移

繁殖雌牛頭数と子牛事故率推移

就農より10年で
3倍以上に増頭

区 分	就農時・就農1年目・2年目			H29年	H30年	R1年
	H20	H21年	H22年			
繁殖雌牛頭数	15頭	28頭	35頭	47頭	50頭	55頭
分娩率		75.3%	85.8%	88.7%	80.3%	83.7%
子牛生産頭数		21頭	30頭	42頭	40頭	46頭
子牛事故率		0%	14.3%	2.1%	6.0%	7.3%

繁殖成績の推移（分娩間隔実績値 単位：日）

全頭人工哺育開始

区 分	就農1年目・2年目		H29年	H30年	R1年
	H21年	H22年			
演 者	434.8	365.7	376.4	383.9	394.2
全国平均	415.7	414.8	409.8	408.2	407.8
県平均	417.8	415.6	417.2	414.6	411.8
管内平均	409.3	408.3	409.0	408.0	405.1

Ⅲ. 地域への還元と普及活動

就農時から今までに得られたこれらの管理技術を地域の繁殖成績を向上に役に立ってもらいたいと思い、地域での普及活動を行った。

地域においては、高齢化により農家戸数の減少が認められるが、若手農家の規模拡大でなんとか生産頭数は維持されている現状である。

家畜人工授精実務状況調査によれば、人工授精実頭数の約9割が60歳以上で実施されており、30代の私を除くと若い実務者はほとんどいない。若い資格所有者はいるものの、その多くは規模拡大による多忙や、自身が人工授精に慣れるまでの繁殖成績の低下リスクを恐れ、ベテラン技術者に依存していることが背景にあった（図5）。

1) 人工授精研修会

私が所属する山形県家畜人工授精師協会庄内支部が、地域の生産基盤において若手への人工授精技術の継承は必要不可欠として対応を検討し、若手生産者からの要望もあり新たな人工授精実務者の育成を目的に研修会を実施した（図6）。

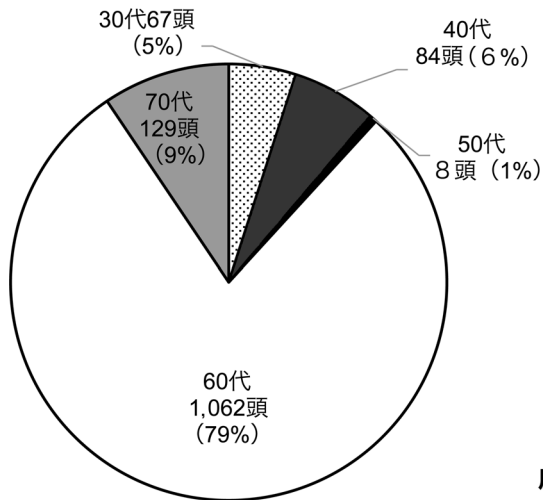
フォローアップを踏まえた繁殖生理の基礎研修と、解剖した雌牛の生殖器を用いた実技研修を行い、私も自身の農場で実施している直腸検査による飼料コントロールの実践について指導した。

人工授精資格の有無に関わらず多くの若手が集まり、人工授精や繁殖成績の向上に関心のある方が多いことが確認できた。

実技研修では、子宮頸管を通すところに難儀する方もおり、ここで練習しながらアドバイスできたことは大きな収穫となった。

(1) 研修会で伝えた飼料給与コントロールのポイント

年代構成と授精実頭数



R 1年授精実頭数：1,348頭
実務者：18名

庄内地域の実態

- ✓ 授精実頭数の約9割が60歳以上で実施
- ✓ 20代の実務者がいない
- ✓ 30代・40代の実務者が少ない

課題

- 若手の多くは規模拡大で増頭しているため、リスクの少ないベテラン技術者へ依存している傾向
- 規模拡大してからでは実務経験を積む機会がない（長期研修などが不可能）

庄内支部家畜人工授精師免許所有者 40名 の年代構成

20代	30代	40代	50代	60代	70代	80代
2名	7名	6名	3名	13名	8名	1名

図 5 庄内支部家畜人工授精実務者の実態



座学研修

解剖した雌牛の生殖器を使った
実技研修

図 6 研修会の状況

- ① 発情時の直腸検査による飼料コントロール：主に子宮収縮の強弱、卵巣と卵胞の状況とバランスを確認し、状況に応じて飼料内容を加減する方法を伝え、まだ人工授精にチャレンジはせずとも各農場で実践していただき、直腸検査から慣れてもらうように促した（図7）。
- ② 栄養度管理：直腸検査や飼料コントロールをかけやすいようにボディコンディションを抑え、適正な栄養度管理をすること、飼料設計を適宜行うこと勧めた。私は全頭人工哺育を行っているため、肉用牛日本飼養標準の要求量 90% を目安に設計している。そこから個体に合わせて適宜調整を行っている。
- ③ 飼料の変更などで飼料設計を見直した場合は、飼料分析や代謝プロファイルも実施し、科学的な面から確認することも有効である。例：BUN<13mg/dl、BUN/Glu<0.2)、TDN と CP のバランスに注意して適正範囲内に収まるように。

直腸検査の所見による確認事項

- ✓ 子宮の収縮状況
- ✓ 卵巣の大きさ（適正值2～2.5 cm程度）
- ✓ 卵胞の大きさ（適正值1～1.5 cm程度）

直腸検査の結果より給与飼料を増量

- 子宮収縮不良 = 子宮修復不良 → 粗飼料増量
- 卵巣が小さい = T D N不足 → 配合飼料増量
- 卵胞が小さい = C P不足 → 大豆粕増量

図 7 直腸検査による飼料給与コントロール

(2) 研修会の成果

成果:若手家畜人工授精師の悩みや不安を熟達した技術者に相談するコミュニケーションができた。
また、地域として担い手育成の必要性が急務であることが共通認識として深まった。

2) 地域での普及課題

個別に指導できる環境を整え、より具体的な技術者育成プログラムを策定し、進捗状況を確認しながらフォローアップを継続していく仕組みづくりが必要。

- (1) 具体的な技術者育成プログラムを策定し、個別に指導者を割り当てる。
- (2) 定期研修会の開催等でプログラムの進捗状況を確認する。
- (3) 関係機関、JA や各肉牛部会との連携により、規模拡大を計画する生産者に対し、技術養成の助言を行っていく。

IV. まとめ

「人づくり」、「牛づくり」、「草づくり」は山形の和牛増頭運動のテーマである。若手技術者の育成として人工授精師協会会員相互のコミュニケーション活動の定期実施、飼養管理技術指導のための家畜衛生管理、育成技術の情報交換、地域での耕畜連携強化のための安全で効率の良い飼料づくりの情報交換など、家畜人工授精師の果たす役割は大きい。

持続可能な地域の畜産を構築するため、人工授精師として積極的にアプローチを行い、生産基盤の一端をしっかりと担うことを念頭に入れながら今後も地域と、自己の経営発展を目標に取り組んでいきたいと思う。

～シリーズ 人工授精 1～

ミツバチの人工授精

玉川大学学術研究所ミツバチ科学研究センター

中村 純

アメリカ動物科学会の刊行する Journal of Animal Science 誌に掲載された「人工授精の歴史」と題した総説 (Foote, 2002) では、冒頭に「ハチ類などが行う『人工授精 (artificial insemination)』は植物の生殖に重大な役割を長い間果たしてきた」とある。

養蜂分野においては「ミツバチによる人工授精 (花粉交配)」は幅広い農業分野において養蜂産業が担う大きな貢献として、あるいは生物多様性における生態系サービスを実現する位置づけとしても評価され、多数の書籍や論文で紹介されてきた。

本稿では、そのミツバチを人工授精をする側ではなく、される側として紹介していきたい。

昆虫における管理授精

まず、ミツバチを含む昆虫においては、単純に次世代を得る目的で、あるいは遺伝学的研究のために、さらに有用昆虫にあっては品種の改良において、管理授精 (controlled insemination) を必要としている。実際には、ほとんどの昆虫で、狭い空間に雌雄を同居させて自由意志による交尾を促すだけでよい。アマチュアレベルの昆虫飼育もこれに含まれるが、商業的には例えばチョウ類では、羽化したての「美品」を標本・商品化する目的で行われたりもする。

学術的にも雌雄の同居による系統間の交配管理はよく用いられ、例えば遺伝子の担体を染色体とする「染色体説」は、キイロショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* の多様な突然変異体を用いた交配実験によって検証されている (Morgan, 1910)。有用昆虫として、多数の改良品種を持つカイコ *Bombix mori* の場合も、現在普及している品種は計画的交配による、いわゆる四元交雑種である (井上, 2007)。

雌雄の同居による管理授精 (一般にペアリングと呼ぶ) よりも、やや人為的な方法としては、交尾のタイミングを調整する必要に応じて、強制授精 (forced insemination)、あるいは交尾を飼育者が介助する形でのハンドペアリング (hand pairing/hand mating) も行われる。成功率は高くはなかったようであるが、ミツバチでもハンドペアリングの実施例はある (Laidlaw, 1987)。

ミツバチの性決定

本題に入る前に、ミツバチの特殊な性決定について触れておきたい。人工授精は有性生殖をする生物を前提としており、そのためには生殖に関わる個体の性の認識は極めて重要である。動物における性決定のうち、よく知られているのが倍数性で性染色体の組み合わせによるものである。教科書的には、多くの家畜を含む哺乳

表 1 ミツバチのコロニーのメンバー

	女王蜂	働き蜂	雄蜂
頭数/コロニー	1	数千～数万	数千
卵から成虫まで	16 日	21 日	24 日
羽化時体重	220mg	120mg	280mg
寿命	3 年以上	1～6 か月	1 か月

動物が、私たちヒトと同じく、雄ヘテロ接合型で、異型染色体を持つもの (XY) が雄性を示し、ニワトリなどの鳥類ではこの逆に雌ヘテロ接合型で、異型染色体を持つもの (XW) が雌性を示す。

ところが、ミツバチにおいては、受精卵から雌が、未受精卵から雄が発生することが、1845年にポーランドのディエルゾンによって発見された。これは動物における単為生殖現象の最初の発見でもあった (Gempe et al., 2009)。雌が2倍体 (2n)、雄が1倍体 (n) となるこの性決定様式を半倍数性 haplodiploidy と呼び、ミツバチを含むハチ目昆虫の特徴ともなっている (Heimpel and de Boper, 2008)。ミツバチの場合には、半倍数性以外に、16本の染色体のうち、第8染色体上の補足的性決定遺伝子が関与し (Beye et al., 1996)、その遺伝子座において対立遺伝子 (全18種) がホモ接合となる場合には雄性 (2n) を発現する (Woyke, 1980)。

性決定遺伝子に基づいて表現すれば、ミツバチの性決定はこの性決定遺伝子座において、対立遺伝子が、雌ではヘテロ接合、通常の雄ではヘミ接合、二倍体の雄ではホモ接合であるといえる。なお、ミツバチでは二倍体の雄も発生はするが、卵から孵化した幼虫は働き蜂によってすべて共食いされるため、自然状態で成熟個体を得られることはない (Woyke, 1963)。

さらにミツバチは社会性昆虫として、同じ雌

性の中で、生殖における分業があり、生殖を担当する雌は女王蜂 (クイーン) であり、卵巣は有するため産卵は可能ながら、交尾器を退化させている働き蜂 (ワーカー) は生殖には参加せず、したがって人工授精の対象にならない。

女王蜂と雄蜂

ミツバチの群れをコロニー (蜂群) と呼び、各コロニーには一匹の女王蜂、数千から数万の働き蜂、繁殖期限定で数千の雄蜂がいる (図1、表1)。

女王蜂は、羽化後3日ほどで性成熟するが、羽化時の体重での飛行は難しく、交尾完了時点では20%ほど減量しており、産卵開始時には元の体重に戻る。交尾後は1日に最大で3000個近く、厳冬期などを除いて年間で15~20万個程度の産卵能力があり、その状態を数年持続する (養蜂における耐用年数は2~3年)。雄蜂



図 1 巣内での女王蜂♀と雄蜂♂ 他は働き蜂。

は羽化後 10～20 日頃に性成熟期を迎える。

女王蜂の生殖器

働き蜂と女王蜂は形態的にもいくつかの点で異なっているが、特筆すべきは卵巣の差である。女王蜂の腹部には、巨大な卵巣が 1 対あり、それぞれが造卵器である 160～180 本の卵巣小管 ovariole で構成される (Snodgrass, 1956)。

アメリカで商業利用される女王蜂の卵巣小管数の左右の卵巣の合計は 233～438 本と比較的大きな幅があり、また左右差があることも明らかになっている (Jackson et al., 2011)。

一方、働き蜂では、卵巣小管数の合計は 1～14 本程度と少ない (Linksvayer et al., 2009)。受精卵は、細長い風船型で、長さは 1.3～1.8 mm、直径は 0.25 mm あるいは 0.32 mm 程度である、重量は産下直後で 0.05 mg 程度となっている (Jay, 1963)。

卵巣小管で作られた卵は、左右それぞれの卵巣の卵巣小管が合流する側部輸卵管に入り、さらに 2 本の側部輸卵管が合流する中央輸卵管に到達する (図 2)。この輸卵管はそのまま膈へと接続するが、この部分には上方から受精嚢が輸精管でつながっている。

受精嚢は、女王蜂が雄蜂と交尾をして受け取った精子を貯蔵するための精子貯蔵器官で、表面は酸素の供給のため、網目状に気管が分布している。小さな分泌腺が附属しており、そこから分泌される液状物質と少数の精子が、雌性卵の産卵時には卵巣から運ばれてきた卵に入って受精が起こる。未受精でも卵が発生開始するミツバチの場合、中央輸卵管の通過刺激が発生の開始シグナルとなるため、受精は発生開始からごく短時間のうちに実現していると考えられ

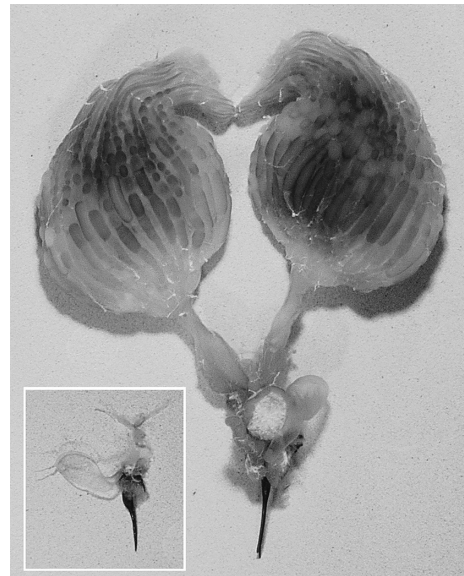


図 2 女王蜂の卵巣と刺針基部に見える貯精嚢。白枠内は働き蜂の刺針と数本の卵巣小管。

ている (佐々木, 1999)。

女王蜂の体内では体軸前方が卵の先端部、つまり膈内には受精時に精子が侵入する卵門部が最後に入るため、卵が完全に膈内に入ったタイミングで受精が起こる。受精した卵は、膈を通り抜けて、最終的に腹部端から産卵される。ミツバチの刺針が、もともとは昆虫の産卵管に起源を持つことから、刺針を経由して産卵すると書かれている資料もあるが、刺針は産卵には用いられない。なお、産卵に際して卵を受精させるかどうかは女王蜂に決定権がある。

産卵の一連の行動の中で、巣房内を触角によって確認する作業があるが、同時に前肢を使って巣房の大きさを測っており、この結果 (雄蜂巣房の方が大きい) や、産卵に際して腹部を巣房に差し込む際の刺激で、受精するかどうかを決めている (Czekonska et al., 2013)。ただし、巣房を作るのは働き蜂なので、実際にどちらの卵を産むかについてのコロニーとしての結論は協業的に決定されているといえる。

雄蜂の生殖器

雄蜂の生殖器は、左右一对の精巢とそれに直列して附属する貯精囊、また枝分れして附属する粘液腺が、交尾器（内陰茎 endphallus）に合流する基本構造となっている。

ミツバチの雄性交尾器は他の昆虫と異なり、キチン質の硬い陰茎を持たず、全体は膜状の袋構造（陰茎球）で、機能が不明な特異な構造をした突起が多数ある。全長は腹部よりも長く、腹部内でS字状に折りたたまれて収納されている。交尾時には腹部の強力な筋肉を収縮させ、交尾器全体を、ちょうどゴム手袋を裏返すように反転させながら体外に押し出す。射精時には、反転した陰茎先端から精液が女王蜂の交尾囊に入れられるが、この時点で同時に雄蜂の陰茎は切断され、したがって、雄蜂は交尾と同時に死亡する。

交尾直後、女王蜂の刺針室に残る粘液や雄蜂の交尾器由来の遺物を交尾指標 mating sign と呼び (Sasaki and Obara, 1999)、女王蜂が交尾飛行で雄蜂と遭遇できたことの証となる (19世紀初頭に盲目のミツバチ研究者のユベールによって確認されている)。なお、交尾指標は、視覚的に他の雄蜂の交尾を促し、全体的な交尾の質の向上につながる雄蜂間の協力的行為と考えられている (Koeniger, 1990)。

性成熟した雄蜂の1匹あたり精液量は1.5～1.75 μL (平均1.7 μL) で、精子密度は7,500,000個/ μL 、総精子生産量は11,000,000個程度である (Woyke, 1962)。精子は全長250 μm ほどで、そのうち頭部が10 μm 、頭部の直径で0.5 μm 程度の細い糸状をしている。

ミツバチの自然交尾

コロニー内で成長した女王蜂は、成虫羽化後



図3 雄蜂の腹部を圧迫して交尾器を反転させたところ。白い球状に見えるのは陰茎端に射出された精液。

も性成熟が続き、羽化後3日頃から、交尾のための準備を始める。同じ巣の中には雄蜂もいるが、性的誘引は巣内では双方ともに起こらず、自然状態においては、巣から離れた場所で、飛行中にのみ交尾が行われる (Gary, 1963)。そのような交尾が成功するためには、時間と場所が決まっている必要がある。

日本におけるセイヨウミツバチの雄蜂の出巣時刻は11時30分から15時の間で、13時から13時30分頃にピークとなる。女王蜂は少し遅れて12時15分から15時の間に巣を出る、交尾をして戻るのは13時から14時40分であった (Yoshida et al., 1994)。11時頃から巣内で雄が集結をはじめ、興奮状態が見てとれる。巣から飛び出した雄蜂は、多数のコロニー由来の雄蜂が入り交じった状態で集合し、空中を旋回しながら、女王蜂の飛来を待ち続ける。この場所を雄蜂集合場所 (Drone Congregation Area ; DCA) と呼んでいる (Zmarlicki and Morse, 1963)。

家畜種であるセイヨウミツバチでは、木立に囲まれた窪地の上空などとされているが、養蜂の現場で密集飼育をしている場合には、そのような場所に到達することなく、養蜂場の上空で

交尾が成立することも多い。性成熟した雄蜂が先行して到達し、女王蜂の飛来を待ち受ける空間に、未交尾の女王蜂が遅れて到達すると、これを視覚的に認識した雄蜂が追従し、複数の雄蜂がその女王蜂と連続的に交尾（多回交尾）を行う。女王蜂は通常は1回の交尾飛行（結婚飛行とも呼ばれる）で複数の雄蜂から十分な精子を受け取ることができる。1回の交尾飛行で受け取る精液量は最大で28 μ Lに達する（Woyke, 1962）。DCAは巣から数km離れていることも多く、一か所で10000匹を超える雄蜂が集合することもあるため（Laidlaw, 1949）、女王蜂は自身のコロニー出身の雄蜂、すなわち兄弟との交尾確率を下げ、自動的に他のコロニー出身の雄蜂を交尾相手として優先していると考えられている。

ミツバチの種ごとに交尾の時間帯が分かれており、種間での交尾は時間的に隔離されるが、これは、同所的なミツバチ種によって調整されるため、種に固定的な交尾時間帯があるということではない。時間帯で生殖隔離調節を行うのは、逆にいえば種間交尾が起り得ることを示唆しており、特に同所的なミツバチがいないところに別種のミツバチを導入することで種間交尾が起こる。ただし、種間交尾では、卵の発生途上で停止してしまい雑種はできない。

空中で行われる交尾の観察は容易ではなかったが、女王蜂を器具に固定して、風船やワイヤーなどに固定して空中を浮遊させ、交尾行動を観察することで、多くのことがわかってきた（Gary, 1963；Koeniger et al., 1994）。

交尾は、飛行中の雄蜂が後ろから後肢を用いて女王蜂を把握するところから始まる。女王蜂を把握した雄蜂は腹部を曲げながら、同時に交



図4 ワイヤー端に固定された女王蜂と交尾をするために集まる雄蜂。

尾器を反転させて女王蜂の交尾囊に挿入する。この段階でさらに腹部の圧縮による射精が行われる。この間、時間にして1.5秒ほどである（Gary, 1963）。

交尾に際しては、女王蜂の腹部末端の空隙（背側に刺針が位置しており、刺針室と呼ばれる）が開くことが重要で、その奥に開口する交尾囊が露出した状態となって、雄蜂の陰茎が挿入される。

女王蜂が交尾を受け入れている間は、膣弁は弛緩した状態となって、精液の通過を妨害せず、そのまま中央輸卵管から側部輸卵管にまで到達できる。その後、精子自身の運動と、受精囊に附属するポンプの働きで、精子は受精囊内に移動し、よく混合された状態で貯えられる。

多回交尾

養蜂学の分野において、1940年代まで、つまり人工授精の技術が定着し始めた頃までは、ミツバチの女王蜂は1匹の雄蜂とだけ交尾するものと信じられてきた。ただ、複数回の交尾飛行に出る女王蜂がいることは知られており、か

つ交尾指標を付けているにもかかわらず再度交尾飛行に出るものがあることも目撃されていたが、1944年に実験的に実証されるまでは、例外的な事象と見なされていた (Laidlaw, 1987)。

その後、産卵開始までに最低1回の交尾飛行で精子を受け取る相手は、交尾直後の女王蜂の輸卵管内の精液量からは最大17匹 (Woyke, 1962) の雄蜂と、生まれた働き蜂の幼虫の性決定に参与する遺伝子座の対立遺伝子 (アレル) の量比からの推定では平均17.25回の交尾 (Adams et al., 1977)、働き蜂の蛹の遺伝型から見た場合は平均17.32回の交尾をしていることが推定されている (Kraus et al., 2005)。なお、遺伝子解析精度の向上に伴い、現在では32匹以上とされる (Withrow and Tarpy, 2018)。

人工授精

家畜として飼育下にあるミツバチの女王蜂が、交尾に関しては飼育者の意思とは無関係に、巣から遠く離れた空中で、相手も不明なまま交尾をしていくということは、実際には、繁殖を含めた部分を人が管理できているという、家畜の定義の一条件を満たしていないことになる。したがって、人工授精技術の位置づけは、ミツバチを家畜と見なす上では、実用性以上の意味を持っていることになる。

初めてミツバチの人工授精を成功に導いたコーネル大学のワトソンは、1926年12月29日にペンシルバニア大学で開催された、全米経済昆虫学協会の養蜂分科会で実演付きで技術を紹介した。当時、家畜の人工授精全盛であったがミツバチの人工授精に *artificial* という用語を用いるのを嫌い、この技術は *instrumental insemination* であると宣言したため、発祥地の

アメリカでは現在も人工授精に後者を使うことが多い。

AIの方を技術の幅が広い広義の人工授精、IIの方をワトソン以降の一連の技術に限定する狭義の人工授精といった漠然とした使い分けも試みられている。

さて、ワトソンは、当日、真冬のペンシルバニアにわざわざテキサス州から処女王 (ミツバチの繁殖期は春) を取り寄せ、絹糸で台座に固定し、刺針室を手製のピンセットで開いて交尾器を露出させ、無麻酔のまま、手製の微量注射器を用いて、雄蜂の精液を注入するという方法を紹介した (Watson, 1927)。これはすべてが彼の発案ということではなく、彼自身も過去150年の先人の試行錯誤を経て、つまりハンドペアリングなども行った末にたどり着いた領域であった。ガラス吹きスキルがあったことで、自ら微量注射器の改良を続けて一定の成果に到達したことで、ワトソンはミツバチの人工授精の父と呼ばれるようになった。

引き続き、アメリカ農務省養蜂研究部に所属していたノーランが、ワトソンの機器を用いて人工授精を継続し、女王蜂を固定する台座の代わりに、ガラス管製の女王蜂ホルダーの導入を行った。さらに刺針を持ち上げて刺針室を広げるフックも開発した。しかし、ワトソンもノーランも腔弁の構造に気がついておらず、精液が腔内を進めず交尾囊側囊に入るだけになっているのを看過したため、部分的な成功にとどまっていた。

その後マッケンゼンらによって、人工授精を女王蜂の麻酔下で行うことが検討され、安定した流量の炭酸ガスを、女王蜂を固定したチューブに流し込む麻酔により、女王蜂が動かず、人

工授精の成功率も向上した。さらに、当時、人工授精した女王蜂は産卵開始までの時間が長いことが問題となっていたが、炭酸ガス麻酔を利用することで産卵開始が早まることも確認された (Mackensen, 1947)。

人工授精器の改良は 1950 年頃まで続けられ、現在普及しているものとはほぼ同等のものとして完成段階に達した。また解剖学的知見から、膣弁の扱いが重視され、注射器の先端にガラス製のチップを設けることで、精液注入時にチップを膣弁の奥まで到達させ、中央輸卵管に直接精子を入れることが可能になった。さらに、ミツバチが多回交尾をしていることが確認され、さらに性決定遺伝子の存在が示唆され、人工授精を用いた交配試験によってその検証が行われたことから、人工授精において近親交配の影響を受けやすいという問題も解決に至った (Mackensen, 1951)。

精子の保存

哺乳類の精子と違い、ミツバチの精子は液体窒素による急速冷凍保存では活性が失われやすく、凍結まで 3℃/分の緩慢な降温処理を必要としている。また、卵に対する精子利用数が少ないため、精子死亡率が、そのまま受精率に反映しやすい点が、他の動物の人工授精における凍結融解精子利用との大きな相違点となっている。現状では、精液 60%、10%DMSO、30%緩衝液の希釈精液を、凍結までは通常 3℃/分で処理し、その後液体窒素内で保存する方法が標準 (精子活性 93%) となっている (Hopkins and Herr, 2010)。

人工授精の実用性

人工授精技術は、ミツバチの育種を通じて、生産性の高い系統や耐病性の系統などを作出する目的で利用される。ミツバチにおいては、系譜の起点となる個体や個体群を特定できないことから一般家畜のような「品種」の定義は適用されていない。このため品種と同義的に扱われているのはあくまでも系統であるが、これを固定するために集団間の管理された交配としての人工授精が不可欠になる。

人工授精を用いて、過去には「スターライン」、「ミッドナイト」といった F1 交配系統も作出されているが、現在は継続されておらず、どちらかという具体的な系統維持というよりも、例えば地域環境に適応的と考えられている野生のコロニーやいくつかの特定の優良特性を持つ系統の掛け合わせを実現する目的で人工授精が利用され、作出された女王蜂の配布や販売がされている状況である。

人工授精した女王蜂を利用する側としては、その女王蜂によってもたらされる有益性が、購入等のコスト上回る必要がある。これまでに人工授精による女王蜂による産卵・育児、ハチミツの生産量、女王蜂の寿命といった諸性質についての比較研究はいくつか行われており、自然交尾した女王蜂と同等、あるいは優れているとした研究が多い (Cobey, 2007)。ただ、人工授精を推進する側から人工授精が劣るという結果を公表する可能性が低いことは含んで考えるべきであろう。

女王蜂を新たに作ること自体は生物としてのミツバチが自然に有している性質であることを考えると、手間やコストをかけてまで人工授精技術を活かすという考え方は一般的な養蜂家に

は普及するとは思にくい。

その点での例外はポーランドで、現在、ミツバチの人工授精の第一人者であるコビー（カリフォルニア大学・ワシントン州立大学）にして、「唯一の」といわせるほど人工授精が盛んで、年間 50000～80000 匹の人工授精後の女王蜂が養蜂家向けに販売されている（Cobey et al., 2019）。

同じヨーロッパ内で系統管理を行う場合、ドイツでは隔離蜂場を、北欧では離れ島の蜂場を利用しており、人工授精の利用は限定的である。共産主義時代に家畜の系統についての取り決めがあったことが、人工授精を推進する背景にあるという。

生物学的な観点からは、前述のように多回交尾による一妻多夫を社会の基礎としているミツバチには、遺伝的多様性の利益が大きいことが予想される。その点では、人工授精技術を用いて、特定の集団間の交配を行う、あるいは系統の管理をすることが遺伝的多様度の低下による適応不全を招くことも予想される。ただ、逆説的ではあるが、多回交尾の意義を調べる上で、あるいはある程度集団を固定した交配システムを作ることの不利益などを研究する上でも、人工授精技術は不可欠なツールにはちがいない。

現在の人工授精

（標準方式は Cobey et al. (2013) を参照）

a) 必要な資機材

人工授精器一式（微量注射器、注入用チップ（ガラス製）、フックを含む）、実体顕微鏡（15～20 倍）、二酸化炭素（ガスボンベ＋流量計）、トリス緩衝液（pH8.7）

a) 精液の採取

雄蜂を背腹で挟むように頭部と胸部を圧迫し、腹部の筋肉を緊張させて、一对の角状突起を腹部端より飛び出させる。

腹部に膨圧が維持され、角状突起が赤橙色を呈していれば性成熟していると判断し、圧迫を続けて内陰茎を完全に反転させる。

射精が部分的な場合は、さらに腹部を圧迫して完全に射精させる。

反転した内陰茎の先端に、白い粘液と、その上にクリーム色に濁った精液が球状に現れる。

微量注射器にチップを取り付け、先端から緩衝液を一滴吐出して、精液を雄蜂 1 匹あたり 1 μ L 採取し、総量で 8～10 μ L をチップに入れる（一回分）。

これを得るためには 8～80 匹の性成熟した雄蜂が必要になる。

b) 女王蜂の準備と人工授精

羽化直後の女王蜂を王籠に入れて 5～14 日間維持試、人工授精に供する。

人工授精においては、女王蜂を背側を下にホルダーに入れ、腹部端を露出させ、炭酸ガスを流しながら麻酔し、背腹双方向からフック等を用いて刺針室を開く。

ふたつのフックを頂点に、V 字が上下に合わさった形に交尾囊が露出し、下側の V 字の上辺のわずかに下に腔口が見えてくる。

ここで、精液で満たしたチップを腔口に 0.5 mm 挿入することで、腔弁の上方をチップが通過している状態となり、抵抗なくさらに 0.5～1.0 mm 挿入することで、チップ先端が中央輸卵管に到達している。

抵抗のある場合は膣弁付近でチップをわずかに振動させながら挿入する。数秒以内に、チップ内の精液を全量注入して完了。

c) 女王蜂の解放

人工受精後の女王蜂は、それぞれ専用の小型の蜂群を用意して、直接解放（巣板上に女王蜂を置く）または王籠を用いて3~4日かけて馴化後解放する方法を用いる。

自然交尾のものに較べて、女王物質（フェロモン）の分泌が遅れ気味のため（Cobey, 2007）、馴化が必要なことが多い。

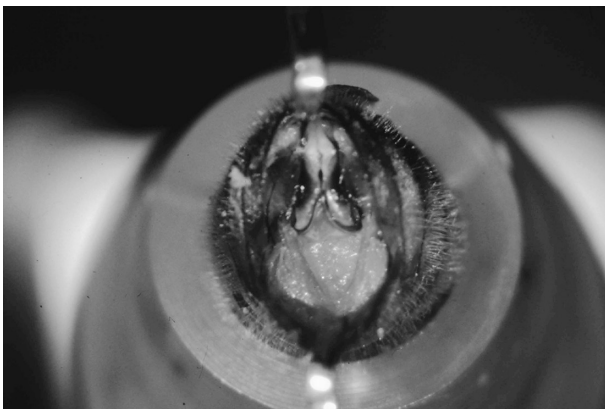


図5 人工授精器に固定した女王蜂の交尾嚢（フックで腹節末端を上下方向に広げている）。着色したキチン質の構造が見えるのが背側の刺針基部で、下側のV字型の軟組織との境界付近に膣口がある。

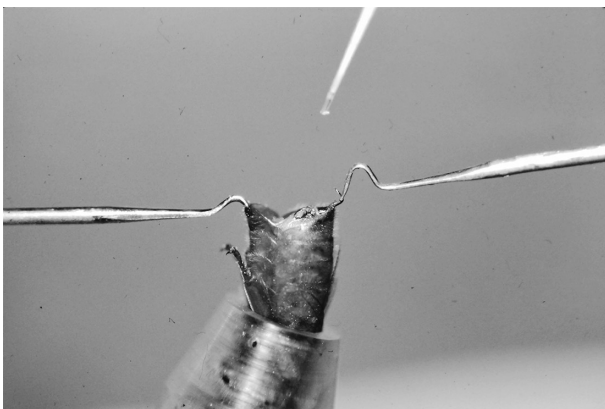


図6 膣口をめがけて精液の入ったシリンジチップを挿入する。画像の右が背側、左が腹側。

引用文献

- Adams J, Rothman ED, Kerr WE, Paulino ZL (1977) Estimation of the number of sex alleles and queen mating from diploid male frequencies in a population of *Apis mellifera*. *Genetics* 86: 583-596.
- Beye M, Moritz RFA, Crozier RH, Crozier YC (1996) Mapping the sex locus of the honeybee (*Apis mellifera*). *Naturwissenschaften* 83: 424-426.
- Cobey S, Bieńkowska M, Wilde J, Gabka J (2019) Poland, the only country where instrumentally inseminated queens are routinely used in commercial production colonies. *Am Bee J* 159: 275-280.
- Cobey SW (2007) Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. *Apidologie* 38: 390-410.
- Cobey SW, Tarpy DR, Woyke J (2013) Standard methods for instrumental insemination of *Apis mellifera* queens. *J Apic Res* 52: DOI 10.3896/IBRA.1.52.4.09.
- Czekońska K, Chuda-Mickiewicz B, Chorbiński P (2013) The influence of honey bee (*Apis mellifera*) drone age on volume of semen and viability of spermatozoa. *J Apic Sci* 57: 61-66.
- Foote RH (2002) The history of artificial insemination: selected notes and notables. *J Anim Sci* 80: 1-10.
- Gary NE (1963) Observations of mating behaviour in the honeybee. *J Apic Res* 2: 3-13.
- Gempe T, Hasselmann M, Schiött M, Hause G, Otte M, Beye M (2009) Sex determination in

- honeybees: two separate mechanisms induce and maintain the female pathway. *PLoS Biol* 7: e1000222.
- Heimpel GE, de Boper JG (2008) Sex determination in the Hymenoptera. *Annu Rev Entomol* 53: 209-230.
- Hopkins BK, Herr C (2010) Factors affecting the successful cryopreservation of honey bee (*Apis mellifera*) spermatozoa. *Apidologie* 41: 548-556.
- 井上 元 (2007) 日本の養蚕技術。繊維学会誌 63 : 213-217.
- Jackson JT, Tarpay DR, Fahrback SE (2011) Histological estimates of ovariole number in honey bee queens, *Apis mellifera*, reveal lack of correlation with other queen quality measures. *J Insect Sci* 11: 82.
- Jay SC (1963) The development of honeybees in their cells. *J Apic Res* 2: 117-134.
- Koeniger G (1990) The role of the mating sign in honey bees, *Apis mellifera* L.: Does it hinder or promote multiple mating? *Anim Behav* 39: 444-449.
- Koeniger G, Koeniger N, Tingek S (1994) Mating flights, number of spermatozoa, sperm transfer and degree of polyandry in *Apis koschevnikovi* (Buttle-Reepen, 1906). *Apidologie* 25: 224-238.
- Kraus FB, Naumann P, Moritz RFA (2005) Genetic variance of mating frequency in the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Insect Soc* 52: 1-5.
- Laidlaw HH Jr (1949) Development of precision instruments for artificial insemination of queen bees. *J Econ Entomol* 42: 254-261.
- Laidlaw HH Jr (1987) Instrumental insemination of honeybee queens: its origin and development. *Bee World* 68: 17-36, 71-88.
- Linksvayer TA, Rueppell O, Siegel A, Kaftanoglu O, Page RE Jr, Amdam GV (2009) The genetic basis of transgressive ovary size in honeybee workers. *Genetics* 183: 693-707.
- Mackensen O (1947) Effect of carbon dioxide on initial oviposition of artificially inseminated and virgin queen bees. *J Econ Entomol* 40: 344-349.
- Mackensen O (1951) Viability and sex determination in the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Genetics* 36: 500-509.
- Morgan TH (1910) Chromosome and heredity. *Am Nat* 44: 449-496.
- 佐々木謙 (1999) ハチ目の卵の発生開始のメカニズム。ミツバチ科学 20 : 1-8.
- Sasaki K, Obara Y (1999) Honeybee queens lay fertilized eggs when no comb cells. *Zool Sci* 16: 735-737.
- Snodgrass RE (1956) Anatomy of the honey bee. Cornell University, 334 pp, 1956
- Watson LR (1927) Demonstration of instrumental insemination of the queenbee. *J Econ Entomol* 20: 530-536.
- Withrow JM, Tarpay DR (2018) Cryptic "royal" sub-families in honeybee (*Apis mellifera*) colonies. *PLoS ONE* 13: e0199124.
- Woyke J (1962) Natural and artificial insemination of queen honeybees. *Bee World* 43: 21-25.
- Woyke J (1963) What happens to diploid drone larvae in a honeybee colony. *J Apic Res* 2: 73-75.
- Woyke J (1980) Effect of sex allele homo-

- heterozygosity on honeybee colony populations and on their honey production I. Favourable development conditions and unrestricted queens. *J Apic Res* 19: 51-63.
- Yoshida T, Saito J, Kajigaya N (1994) The mating flight times of native *Apis cerana japonica* Radoszkowski and introduced *Apis mellifera* L in sympatric conditions. *Apidologie* 25: 353-360.
- Zmarlicki C, Morse RA (1963) Drone congregation areas. *J Apic Res* 2: 64-66.

令和3年2月16日
独立行政法人 家畜改良センター

乳用牛の遺伝的能力評価における変更点及び 乳用牛評価報告2021-2月（国内評価）の公表について

乳用牛の 2021-2 月評価に係る変更点

1. 後代検定済種雄牛の遺伝ベースを変更します

2020-12 月評価において雌牛と海外種雄牛について遺伝ベースを変更したところですが、後代検定済種雄牛についても 2021-2 月評価から遺伝ベースの変更を実施します。遺伝ベースの変更に関する詳細は「乳用牛の 2020-12 月評価に係る変更点（http://www.nlbc.go.jp/kachikukairyo/iden/nyuyogyu/hensen/2020_Dec.pdf）」をご覧ください。

2. 中程度が望ましい体型形質の最適な SBV の値を変更します

体型形質（線形形質）の遺伝評価値は、遺伝ベース年生まれの雌牛の評価値の平均値をゼロ、標準偏差を 1 とした標準化育種価（SBV）で表示されています。体型形質のうち線形スコア 1~9 の範囲で審査される線形形質の中には、中程度のスコア（4 又は 5）が望ましいとされる形質が、表 1 の通り 7 つ（BCS、尻の角度、後肢側望、蹄の角度、前乳頭の配置、後乳頭の配置および前乳頭の長さ）あります。これら 7 つの線形形質は、SBV がゼロになるように交配種雄牛を選定すれば、生まれてくる雌牛の線形スコアが中程度になると思われるかもしれませんが、遺伝ベース年生まれの雌牛のスコアの平均値が、中程度であるとは限りません。そこで、交配種雄牛選定の一助となるように、乳用種雄牛評価成績（赤本）や種雄牛のパフレット等に掲載されている体型形質の SBV の棒グラフ上に、中程度のスコア 5（後乳頭の配置はスコア 4）となる最適な SBV の位置に☆印を付しています。また、これら 7 つの線形形質は、遺伝的改良が行われることにより、世代が進むにつれて最適な SBV の値が変動します。したがって、遺伝ベースの変更の都度、最適な SBV の値を更新する必要があります。そこで、今回の遺伝ベースの変更に伴い、これら 7 つの線形形質の最適な SBV の値を表 2 の通りに変更します。

表 1 線形形質の審査基準（線形スコア）

線形形質	スコア=1	スコア=5	スコア=9
BCS	極めて痩せている	中等度	極めて太っている
尻の角度	極めて高い	わずかに低い	坐骨が腰角より極めて低い
後肢側望	直飛	中等度	曲飛
蹄の角度	極めて小さい角度	中等度	極めて立った蹄
前乳頭の配置	極めて外付き	中央に配置	極めて内付き
後乳頭の配置	極めて外付き	わずかに内付き （*中央は4）	内側に付き、交叉する
前乳頭の長さ	極めて短い	中等度	極めて長い

表 2 中程度のスコアとなる最適な SBV の値*

線形形質	スコア	最適な SBV の値	
		変更後	(変更前)
BCS	5	+0.4	(-0.2)
尻の角度	5	+0.5	(+1.0)
後肢側望	5	-0.5	(-1.3)
蹄の角度	5	0.0	(+2.0)
前乳頭の配置	5	-0.1	(-0.2)
後乳頭の配置	4	-3.5	(-5.4)
前乳頭の長さ	5	+0.6	(+0.7)

*（一社）日本ホルスタイン登録協会が算出

2021-2月（国内種雄牛）トピックス

（独）家畜改良センター
改良部情報分析課

1. 遺伝ベースを変更します

2021-2月評価から遺伝ベースの変更を実施します。遺伝ベースの変更に関する詳細は「乳用牛の2020-12月評価に係る変更点^{*1}」および「乳用牛の2021-2月評価に係る変更点^{*2}」をご覧ください。

^{*1} http://www.nlbc.go.jp/kachikukairyo/iden/nyuyogyu/hensen/2020_Dec.pdf

^{*2} http://www.nlbc.go.jp/kachikukairyo/iden/nyuyogyu/hensen/2021_Feb.pdf

2. 新規種雄牛

今回、9頭の新規種雄牛が選抜され、総合指数上位40位以内に8頭がランキングされています。

総合 指数 順位	略号	名号	総合 指数	産乳 成分*	耐久性 成分*	疾病 繁殖 成分*	父
2	JP3H57600	レツスター キングピン サム ET	+2,699	+2,191	+384	+124	カーントウエイ キングピン ET
4	JP3H57607	デイハローツフ チャップ ET	+2,534	+2,255	+169	+110	モーニングビュー MCC キングホーイ ET
9	JP3H57664	ドリミー F ベイバー モント ET	+2,192	+2,040	+107	+45	ベコンヒル モントロス ET
20	JP3H57714	デイハローツフ ミスター P ET	+1,945	+1,664	+243	+38	ビューホーム パワーホール P ET
23	JP3H57805	テイユー SS ラビドリ ET	+1,850	+1,725	+152	-27	シーガルベイシルバー ET
24	JP3H57708	ウインホープ ジグソー ET	+1,838	+1,568	+283	-13	シーガルベイシルバー ET
32	JP5H57516	サンデイハレー デイフエンダー サファイア ET	+1,729	+1,819	-10	-80	S-S-I モーグル デイフエンダー ET
34	JP3H57681	プラスハートランド モンデイ	+1,710	+1,850	-23	-117	ベコンヒル モントロス ET
50	JP3H57628	イクセルシア GH カイザー ET	+1,462	+1,253	+170	+39	カーントウエイ イレイサー P ET

※各成分は重み付け後の数値（産乳成分の重み:7.0、耐久性成分の重み:1.8、疾病繁殖成分の重み:1.2）。

3. 供用中種雄牛の動き

前回（2020-8月）と比べ、ランキングが大きく変動した種雄牛^{*}はいませんでした。

^{*}「供用中種雄牛の動き」記載条件は、現在供用中の種雄牛であり、前回上位41位以下から今回上位20位以内に順位が上がった種雄牛、または前回上位20位以内から今回上位41位以下まで順位を落とした種雄牛。

29 年度現場後代検定（前期）より 3 頭を新規選抜！

肉用牛産肉能力平準化促進事業（平準化事業）の現場後代検定（以下、「現検」）29 年度前期の成績がまとまり、「P 黒 1084 金幸隆」、 「P 黒 1086 晴茂栄」、 「E 黒 036 花勝美」の 3 頭を選抜しました。今期の選抜は、対象となった 15 頭の候補種雄牛について、1 月 22 日に開催された外部有識者や生産団体の専門家等で構成される改良委員会の答申を受けて、当団が決定したものです。ゲノミック評価により候補種雄牛の予備選抜が行われ、これまで年間約 40 頭（前期 20 頭・後期 20 頭）の候補種雄牛で行ってき

た現場後代検定を約 30 頭（前期 15 頭・後期 15 頭）まで絞り込んで行った 3 回目の検定となります。選抜に際しては選抜指標のひとつである遺伝的能力評価値には、産子の表現型と血縁情報で計算する従来の育種価に、DNA 情報を加えて計算されたゲノミック育種価（以下、「G 育種価」）を利用しており、特徴的な 3 頭が選抜されています。

また、一昨年からは牛肉の脂肪の質の改良に関係する脂肪酸組成 G 育種価を参考情報として利用することとし、一価不飽和脂肪酸（以下、

表 1 平準化事業の現場後代検定における枝肉形質 G 育種価（重み付け上位 20 頭）
及び脂肪酸組成 G 育種価一覧

略号	名号	枝肉形質 G 育種価														脂肪酸組成 G 育種価			
		後代数	（参考） 枝重:BMSNo:ロース		BMS No		枝肉重量		ロース芯面積		バラの厚さ		皮下脂肪厚		歩留基準値		後代数	MUFA	モノ酸
			1:2:1	順位	G 育種価	順位	G 育種価	順位	G 育種価	順位	G 育種価	順位	G 育種価	順位	G 育種価	順位			
P 黒 948	福之姫	30	10.455	1	3.950	1	78.506	4	11.393	7	0.763	5	0.363	42	0.704	16	24	-0.200	-0.162
P 黒 838	幸忠栄	63	8.454	2	1.518	18	110.093	1	14.892	2	1.386	1	-0.176	24	1.727	5	45	-0.565	-0.076
P 黒 1061	貴準桜	29	7.291	3	1.522	17	64.007	9	16.820	1	0.511	12	-0.590	5	2.262	2	28	4.970	5.985
P 黒 827	百合勝安	252	6.552	4	1.230	23	104.461	2	7.490	12	0.918	4	0.233	38	0.075	35	131	-2.650	-3.087
P 黒 876	秋忠平	119	6.498	5	1.163	26	72.828	6	13.693	3	0.359	19	0.166	37	0.964	13	89	-1.886	-0.421
E 黒 013	福増	246	6.437	6	2.219	10	22.897	29	13.619	4	-0.037	36	-0.534	6	1.952	4	121	-1.628	-0.760
E 黒 028	新潟光 8 1	29	6.138	7	1.992	12	71.084	7	4.814	19	0.514	11	-0.310	14	0.382	26	11	1.024	2.580
N P 黒 1084	金幸隆	23	5.810	8	2.980	3	24.423	27	3.179	25	0.289	23	-0.511	7	0.702	17	23	-2.162	-1.207
N P 黒 1086	晴茂栄	29	5.696	9	2.139	11	40.171	21	6.810	14	0.231	27	-0.263	16	0.763	15	19	-0.117	-0.423
E 黒 023	久茂福	60	5.637	10	2.558	8	-8.949	36	12.073	5	-0.084	39	-0.892	2	2.427	1	28	-0.040	0.396
N E 黒 036	花勝美	34	5.330	11	1.782	15	62.825	11	3.522	24	0.972	3	0.415	44	0.082	34	9	-0.627	-1.007
P 黒 1045	知恵久	23	5.293	12	3.617	2	-43.701	47	7.504	11	-0.546	50	-0.999	1	2.096	3	20	2.158	1.308
P 黒 982	愛之国	33	5.171	13	2.584	7	36.139	23	0.708	33	0.441	13	0.660	48	-0.564	45	28	-1.738	-2.056
P 黒 829	茂晴花	362	5.084	14	1.325	21	41.807	19	9.990	8	0.277	25	-0.180	23	1.149	7	197	0.702	1.865
P 黒 1002	奥安茂	18	5.039	15	1.145	27	74.523	5	5.142	18	0.575	7	-0.215	17	0.409	24	15	0.545	0.411
E 黒 035	美国白清	24	4.953	16	2.867	4	-13.177	38	6.278	16	0.521	9	-0.366	12	1.676	6	10	-0.476	-1.828
P 黒 1025	美津金幸	22	4.850	17	2.404	9	17.979	30	3.829	22	0.246	26	-0.607	4	0.990	11	19	0.269	1.036
P 黒 1000	隆久勝	23	4.792	18	0.811	33	46.410	16	11.865	6	-0.197	42	-0.207	19	1.059	8	23	-2.481	-1.038
P 黒 1007	勘太	28	4.718	19	0.871	31	63.184	10	7.777	10	-0.037	35	-0.427	9	0.615	19	21	5.608	5.761
P 黒 1068	平糸福	24	4.504	20	1.799	14	47.617	14	1.485	30	0.380	17	0.659	47	-0.661	47	19	-4.419	-5.580

※順位は当団で現在供用している種雄牛の中で後代を 15 頭以上持つ種雄牛の形質別ランキングとなっています。

表 2 29 現場後代検定前期の検定成績概要

区分	BMS		枝肉重量		ロース芯面積		バラの厚さ		皮下脂肪厚		歩留基準値	
	全体	選抜牛	全体	選抜牛	全体	選抜牛	全体	選抜牛	全体	選抜牛	全体	選抜牛
去勢	7.3	8.7	497	503	64	65	7.9	8.1	2.4	2.5	74.6	74.8
雌	7.6	8.3	466	468	64	65	8.0	8.2	2.6	2.6	74.9	75.1
全体	7.4	8.5	482	486	64	65	8.0	8.2	2.5	2.6	74.8	75.0
これまでの現場後代検定総平均	6.4	7.4	460	471	59	62	7.9	8.1	2.7	2.7	74.1	74.5

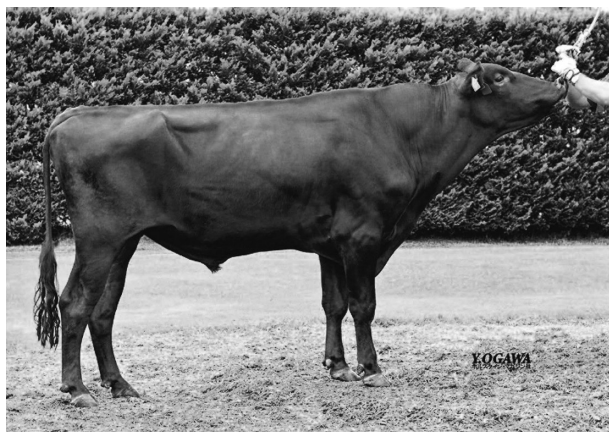
MUFA) とオレイン酸の2項目について公表しています。

なお、今回選抜された3頭のIARS等遺伝的不良形質(9形質)は、全てフリーです。枝肉主要3形質で重み付けしたG育種価の上位20頭は表1、検定成績の概要は表2のとおりです。

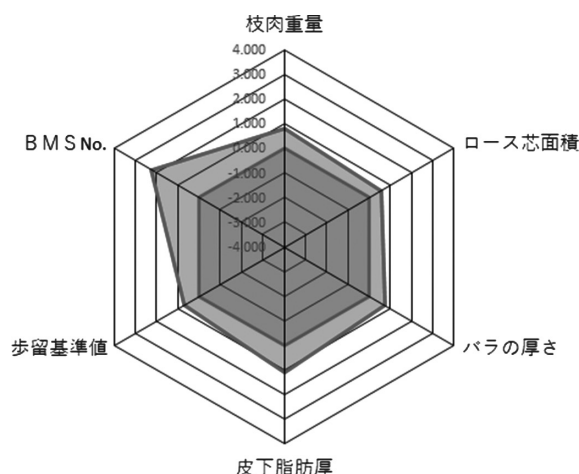
以下に、今回選抜しました「金幸隆」、「晴茂栄」および「花勝美」の特徴等を紹介いたします。

BMSNo. G育種価は「福之姫」、「知恵久」に迫る第3位!

P黒1084 金幸隆 (かねゆきたか)
【隆之国×金幸作×平茂勝】



「金幸隆」の母「さちこ」は、父に「金幸作」、母の父に「平茂勝」をもち、「奥安福」産子が枝肉重量490.4kg、ロース芯面積72cm²、BMS No.8を記録するなど、高い産肉能力を有する優良な栄光系の繁殖雌牛です。この「さちこ」に現場での枝肉成績が良好で全国で活躍している「隆之国」を交配して作出されたのが「金幸隆」です。「金幸隆」は現場後代検定において抜群の脂肪交雑能力(表型値8.9:歴代3位)を示し、A4以上率100%、BMS2桁を9頭も輩出しています。枝肉形質G育種価評価でも「福之姫」、「知恵久」に迫る第3位となっており、枝肉主要3形質(参考)では第8位に入っています。また皮下脂肪厚は薄く、歩留基準値は第17位と若干見劣りする枝肉重量を十分に補っています。産子の枝肉においては、小ザシでロース芯の形状も良く、高い評価を得られて



【金幸隆のレーダーチャート】

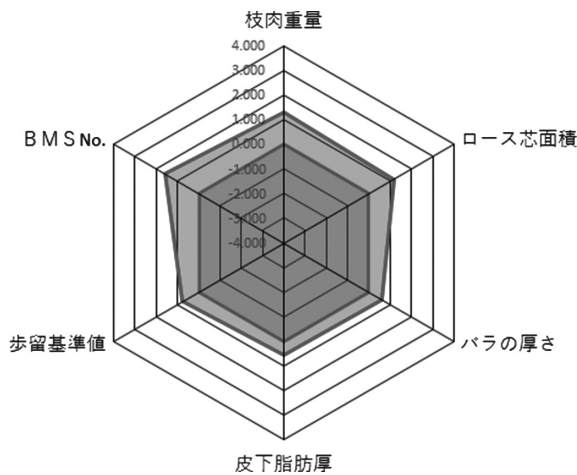
います。

初の「茂晴花」の息牛!父をも凌ぐ脂肪交雑改良力!

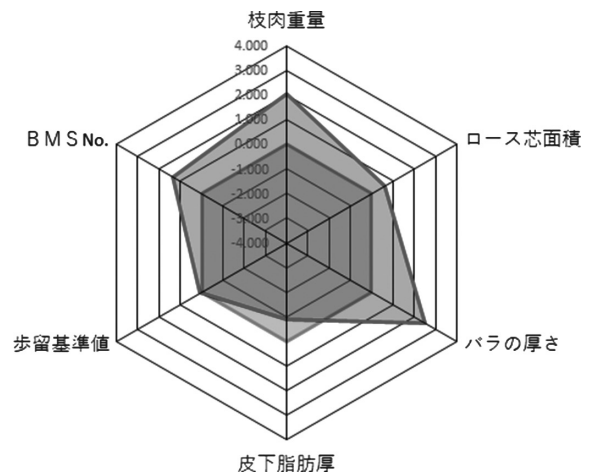
P黒1086 晴茂栄 (はるしげさかえ)
【茂晴花×平茂晴×福栄】



「晴茂栄」は、各地の枝肉共励会で素晴らしい成績をあげ注目されている、質量兼備の「茂晴花」の初めての息牛として選抜されました。母「さかえはる」は父に「平茂晴」、母の父に「福栄」という血統構成で、脂肪交雑の改良に優れた能力を持つ「光平栄」の異父きょうだいにあたる雌牛です。枝肉形質G育種価評価では、BMSNo.で第11位と父「茂晴花」を凌ぐ評価となっています。また、BMSNo.以外の5形質についても父譲りの高い評価で、欠点の少ないバランスの取れた産肉能力を示しており、



【晴茂栄のレーダーチャート】



【花勝美のレーダーチャート】

枝肉主要3形質（参考）で見ると第9位と上位に位置しています。産子の枝肉では小ザシ、モモ抜けも良好であり、評価の高い枝肉が見られました。

BMSNo. は当団気高系種雄牛の中で第1位！
枝肉重量とバラ厚も改良！

E黒036 花勝美（はなかつみ）
【美津百合×勝白×福栄】



写真提供：広島県立総合技術研究所畜産技術センター

「花勝美」の父は「美津百合」、母の父は広島県有牛の「勝白」であり、父・母ともに広島系

の「9中丸」の血統を汲み、貴重な血統構成を有しています。母の「はなひら」はBMSの期待育種価が高く、全きょうだいの枝肉成績も良好で計画交配雌牛として選定されました。現場後代検定で特筆されるのは、去勢牛12頭において、BMS9.1、枝肉重量525kg、バラの厚さが8.7cmであり、交配雌牛の血統に関係なく、良好な成績を示しています。BMSNo.のG育種価評価においては、当団の気高系種雄牛においてトップの遺伝的能力を示すほか、父の「美津百合」の欠点であった枝肉重量（12位）やバラの厚さ（3位）のG育種価評価も良好であり、「美津百合」の後継牛として大いに期待されています。なお、「花勝美」は広島県との県協力により選抜された種雄牛です。

※レーダーチャートは、各形質について集団の中での相対的な位置づけや遺伝的な個体の特徴をより明確に示すために標準化したゲノミック育種価を表示しています。標準化は全国の繁殖雌牛集団に近い5年前±2年の計5年間（平成26年～30年）に生まれた雌牛のゲノミック育種価を基準としています。皮下脂肪厚の符号は逆になっています。

本協会だより

1. 授精証明書用紙の改訂について

今般改正されました家畜改良増殖法に準じ、これまで頒布しておりました「授精証明書用紙」を改訂いたします。

また、授精後のストロー添付の際に収まりが良くなるよう、用紙サイズを B5 版から A4 版へと変更いたします。

頒布は、令和 3 年 4 月からに変更いたします。

なお、これまでご利用頂いておりました用紙 (B5 版) は、在庫がなくなり次第、頒布を終了させていただきます。

2. 第 53 回宇都宮賞受賞

本年 1 月 7 日、公益財団法人宇都宮仙太郎翁顕彰会から、北海道家畜人工授精師協会の高橋芳幸会長に宇都宮賞を授与することが発表されました。

長年に亘る家畜繁殖技術の研究・普及および家畜人工授精や受精卵移植技術の養成、育成、

指導を通じ北海道酪農への貢献が認められたものです。

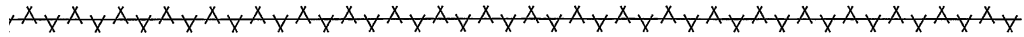
3. 令和 2 年度和牛遺伝資源流出防止対策緊急支援事業に係る家畜人工授精業務等実務者資質向上支援事業の進捗状況について

独立行政法人農畜産業振興機構の助成を受け、今般改正された家畜改良増殖ならびに新たに制定された家畜遺伝資源に係る不正競争の防止に関する法律の全文を掲載した関係法規ならびにガイドブックを作成し、各都道府県主務課との連携により繁殖技術者を対象とした研修会を開催しました。

令和 2 年度は、COVID-19 の影響により会の開催が見送られた県が多かったものの、表にあります 8 都道県（北海道は釧路支庁管内）で開催できました。

この事業は、今年度も継続されます。

県名	開催日	開催場所
鹿児島県	R02. 11. 25	肝属中央家畜市場セリ場
岡山県	R02. 11. 26	岡山県家畜保健衛生所
高知県	R02. 12. 03	JA 高知県南国営農経済センター
	R02. 12. 04	JA 高知県四万十支所
東京都	R02. 12. 09	産業サポートスクエア・TAMA
徳島県	R02. 12. 23	徳島県職員会館
北海道釧路支庁	R02. 12. 24	ANA クラウンプラザホテル釧路
岩手県	R03. 01. 12	岩手県農業研究センター県北農業研究所
	R03. 01. 13	岩手県農業研究センター畜産研究所
	R03. 01. 14	岩手県県南家畜保健衛生所
福岡県	R03. 02. 04	福岡県庁



あ と が き

昨年初頭から拡がった新型コロナウイルス感染症は世界的に蔓延し、まだまだ収束が見込める状況にはなっていません。行動制限等への対応など、生活様式の変更を余儀なくされ、わが国の経済社会も様相を大きく変えるところとなりました。

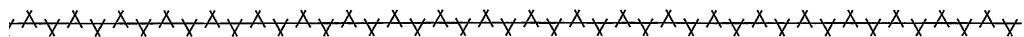
それでも、季節は移ろいでいます。しかし、雨が降れば災害級の豪雨、雪が降れば災害級の暴風雪、夏になれば猛暑を乗り越して酷暑となることが多くなり、気象状態が極端になったと感じる方も多いと思います。ラニーニャ現象終息後の夏は猛暑になるという記事があり、今年もこの現象に相当するのではないかという予測があります。

夏場の繁殖への対処は、大きな課題です。暑くなってからの対応では遅いという考え方もありますので、今号では早々に夏場対策について3名の方に執筆をお願いして特集企画としました。皆様の日常業務にお役立てしていただければ幸いです。

毎年開催しております優良技術発表全国大会は、昨年度は新型コロナウイルス感染症の影響で初のオンライン開催としましたが、ご視聴いただいた皆様にはどのような感想をお持ちになられたか、ご意見等を賜りたくお願い申し上げます。

今号から3回に渡り、各演者の発表内容を掲載していきますが、今号では西川賞を受賞されました2名の演者の内容を掲載いたします。

各地の皆様が創意工夫を凝らし、受胎の向上へと繋げる取り組みがなされておりますが、人工的な繁殖手段である「人工授精」は牛に限った行為ではなく、いろいろな動物種でも行われています。そこで、改めて様々な動物の人工授精について連載を企画しました。第1弾は、ミツバチです。人工授精を行う考え方、その手法など牛とはまるで違い、非常に興味深いお話を提供していただきましたので、是非ご一読ください。



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3月25日 印刷
令和3年3月30日 発行
家畜人工授精 第309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

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



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】

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



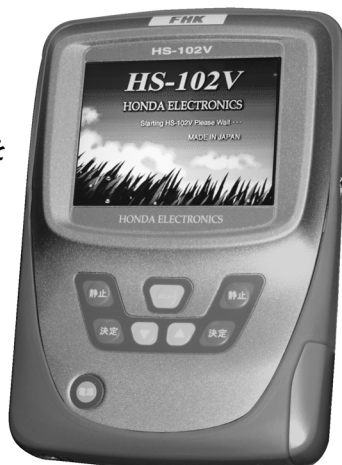
動物用超音波画像診断装置



HS-102V 牛用

シース管 横穴式 (AI 人工授精 / ET 受精卵移植用)

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



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

- ・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)

製造販売元：本多電子株式会社

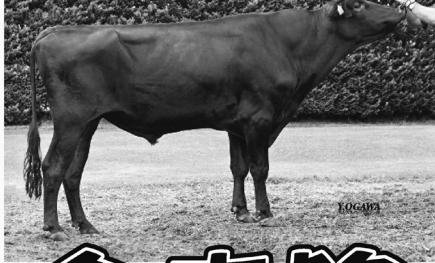
※仕様、デザインは予告なく変更されることがあります。

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

29 前期現場後代検定より期待の3頭が選抜!

P黒1034



金幸隆

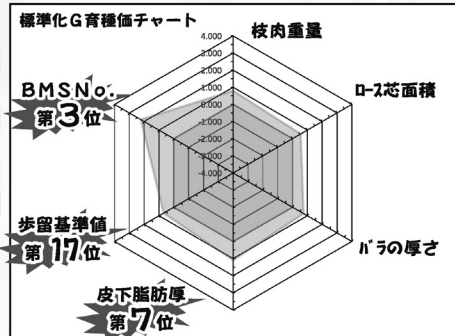
かねゆきたか

(隆之國 × 金幸作 × 平茂勝)

BMSNo. G育種価は福之姫、知恵久に迫る第3位!
検定成績 BMSNo. 8.9は歴代3位の實力!

枝肉形質ゲノミック育種価					
BMS No.	枝肉重量(kg)	D-2芯面積(cm ²)			
育種価	正確度	育種価	正確度	育種価	正確度
2.980	0.94	24.423	0.92	3.179	0.92
BMSNo. 第3位					
H ¹ ラの厚さ(cm) 皮下脂肪厚(cm) 歩留基準値					
育種価	正確度	育種価	正確度	育種価	正確度
0.289	0.89	-0.511	0.93	0.702	0.93
脂肪酸組成 G 育種価および後代の成績					
一価不飽和脂肪酸 (MUFA)			オレイン酸		
育種価	後代の成績	育種価	後代の成績	育種価	後代の成績
23	-2.162	60.6%	-1.207	53.1%	
現場後代検定成績					
頭数	枝肉重量	D-2芯面積	H ¹ ラの厚さ	皮下脂肪厚	
全体	23	476	63	8.1	2.2
	歩留基準値	BMS No.	肉質等級4・5率		
	74.9	8.9	100%(23/23)		

※BMSについては総平均、その他形質は(雄雌平均+雌平均)÷2



P黒1036



晴茂栄

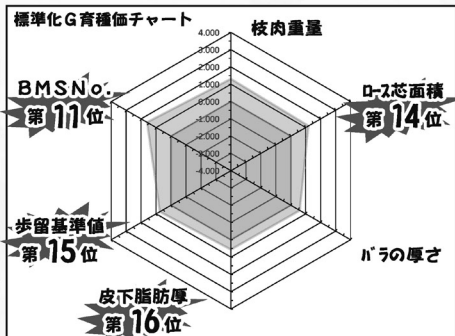
はるしげさかえ

(茂晴花 × 平茂晴 × 福 栄)

初の「茂晴花」の息牛! バランスの取れた産肉能力!
父を凌ぐ脂肪交雑改良力!

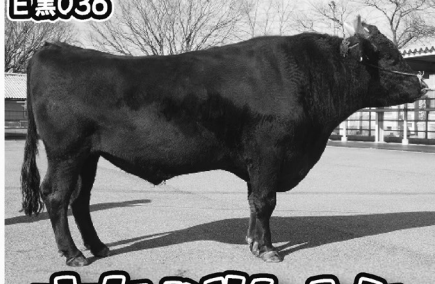
枝肉形質ゲノミック育種価					
BMS No.	枝肉重量(kg)	D-2芯面積(cm ²)			
育種価	正確度	育種価	正確度	育種価	正確度
2.139	0.95	40.171	0.93	6.810	0.93
BMSNo. 第11位					
H ¹ ラの厚さ(cm) 皮下脂肪厚(cm) 歩留基準値					
育種価	正確度	育種価	正確度	育種価	正確度
0.231	0.91	-0.263	0.94	0.763	0.94
脂肪酸組成 G 育種価および後代の成績					
一価不飽和脂肪酸 (MUFA)			オレイン酸		
育種価	後代の成績	育種価	後代の成績	育種価	後代の成績
19	-0.117	62.0%	-0.423	54.1%	
現場後代検定成績					
頭数	枝肉重量	D-2芯面積	H ¹ ラの厚さ	皮下脂肪厚	
全体	29	488	65	8.1	2.5
	歩留基準値	BMS No.	肉質等級4・5率		
	74.9	8.2	97%(28/29)		

※BMSについては総平均、その他形質は(雄雌平均+雌平均)÷2



日黒036

写真提供: 広島県立総合技術研究所畜産技術センター



花勝美

はなかつみ

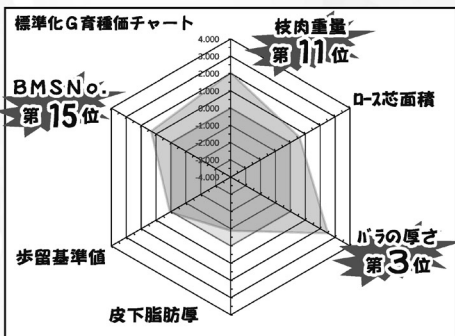
(美津百合 × 勝 白 × 福 栄)

BMSNo. は当団気高系種雄牛 No. 1!!
2頭目の「美津百合」息牛 枝肉重量とH¹ラ厚も改良!

広島県産力種雄牛

枝肉形質ゲノミック育種価					
BMS No.	枝肉重量(kg)	D-2芯面積(cm ²)			
育種価	正確度	育種価	正確度	育種価	正確度
1.782	0.95	62.825	0.94	3.522	0.93
BMSNo. 第15位					
H ¹ ラの厚さ(cm) 皮下脂肪厚(cm) 歩留基準値					
育種価	正確度	育種価	正確度	育種価	正確度
0.972	0.91	0.415	0.94	0.082	0.94
脂肪酸組成 G 育種価および後代の成績					
一価不飽和脂肪酸 (MUFA)			オレイン酸		
育種価	後代の成績	育種価	後代の成績	育種価	後代の成績
9	-0.627	60.3%	-1.007	52.7%	
現場後代検定成績					
頭数	枝肉重量	D-2芯面積	H ¹ ラの厚さ	皮下脂肪厚	
全体	30	494	67	8.5	3.0
	歩留基準値	BMS No.	肉質等級4・5率		
	74.9	8.4	93%(28/30)		

※BMSについては総平均、その他形質は(雄雌平均+雌平均)÷2



一般 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

4月より一般販売開始!

お問合せは最寄りの種雄牛センターまで

■ 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



AGTrading Co.,Ltd

MVE 液体窒素保存容器

ET-12^{1/4}-9

日本オリジナルモデル

JPN-11/64

転倒しにくい安定型!

- 背が低く転倒しにくい安定タイプ
- 収納本数が従来モデルより大幅UP!
- 12Lサイズで持ち運びに便利!
- 容器の口径が大きく、キャニスターの取り出しがよりスムーズ



4-9

多
種
類
タ
イ
プ

4-6

大
容
量
タ
イ
プ



48mm



73mm

キャニスター 9 本

従来20Lモデルと比較して
ストロー収納本数 2.3 倍

キャニスター 6 本

従来20Lモデルと比較して
ストロー収納本数 3.4 倍



9分割仕切板で
大量管理に最適

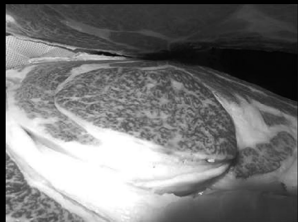


48mm

大口徑キャニスターで
従来モデルより
1.7 ~ 2.7 倍の
収容能力

スリムタイプで車載・輸送用に最適

ゆりよし 百合芳



血統：百合茂一福之国一安平

栃木県種雄牛育種価 **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**

宮城県種雄牛育種価 **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>

なか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**

<黒毛和牛>

令和2年度 第2回月例牛枝肉共進会 (仙台牛)

第92回 静岡県畜産共進会 (雌牛)

第22回 東北・北海道連合肉用牛枝肉共進会

農林水産際参加 第59回仙台牛枝肉共進会

名誉賞受賞
最優秀賞受賞
優秀賞2席受賞
最優秀賞受賞

<販売元>

株式会社エージートレーディング

〒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

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

〒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

TEL 0155-59-2811 FAX 0155-59-2812

