

## II IT・ICT を使うにあたって知っておきたい肉用牛の繁殖基礎知識

近年、畜産の分野でも各種の IT・ICT 機器が発売されている。

IT・ICT の初期には、歩数計などのセンサーにより直接的な行動量を把握し、得られたデータを表示・解析する機器が多かったが、最近ではカメラにより牛の行動を常に監視し、画像を解析して発情や分娩などを検知するものが主流となってきたように思う。

カメラを利用した牛の行動監視では、センサーの装着といった牛や作業者にかかる負担や手間が少ない。通信機器の電波エリアの整備拡大や、スマートフォンやタブレット端末などの普及により、映像の送信や機器からのメールでの通達がスムーズに行われるようになってきたことも、カメラの利用が増加している一因であろう。

カメラで得られた画像を確認して直接的に行動を把握する、あるいは、機器からの通知により間接的に行動を把握する、いずれの場合においても、最終的には使用者である畜種の長年の経験で培われた観察力・判断力が、機器の能力を最大限に活用するうえで、最も重要である。

肉用牛繁殖経営の基本は一年一産にあることは、その昔から言われ続けてきたが、未だに満足すべき結果は得られていない。また、初回授精受胎率の漸減傾向には歯止めがかかっていない。あるアンケート調査によれば、受胎率向上のために求めることの内訳は、飼養管理・衛生管理の改善(27.9%)、発情が明確になること(24.1%)、発情発見技術の上達(19.2%)、人工授精師の技術向上(10.3%)であった。現状としては、超音波診断装置を用いた客観的な卵胞発育動態などの検証が可能となりつつあり、人工授精師の技術向上の要望には応えられるであろうと思われる。受胎率向上における最大の懸案事項は、発情を見極めることではないかと推察される。

肉用牛繁殖経営においては、近年世代交代も進み、飼養頭数は 5 頭以下から平均 16 頭と増加し、若手の担い手が増えていることは明らかな材料といえる。なかには、一塩基多型などを用いた生産形質の選抜によるゲノム育種価評価などを取り入れている進取的な経営もある。

本章では、肉用牛の繁殖とは何かという基礎知識を述べる。特段に最新知見を網羅したものではないが、10～30 頭規模の中核的繁殖農家において、IT・ICT を利用して健全な繁殖経営を行うにあたっての一助となれば幸いである。

## 1. 発情と授精適期

### (1) 繁殖に関与する主なホルモン

牛は性成熟に達すると、21日ごとの規則的な性周期を営むようになる。その指令系統は、フィードバック機能を介した脳にある視床下部－脳下垂体と生殖器官である卵巣・子宮や精巣などからの内分泌によるものが主軸となる。

視床下部からは10個のアミノ酸からなる性腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)が分泌され、脳下垂体前葉での黄体形成ホルモン(LH)や卵胞刺激ホルモン(FSH)の合成および分泌を促進する。GnRHを構成するアミノ酸は10個と少ないため、化学的合成が比較的容易であり、その一部を異なるアミノ酸で置き換えることで、より作用を強力にした類縁化合物が幾種類か市販されている。LHやFSHは糖たんぱく質で分子量が大きいので合成が不可能であり、過剰排卵処置などには、豚の脳下垂体から抽出したFSHが用いられている。LHはGnRHで分泌が誘導されるので、その機能性は担保される。

LHやFSHの働きにより、卵巣や精巣からはステロイドホルモンが分泌される。ステロイドホルモンは水に溶けない油溶性であり、血液中ではタンパク質と結合して末端まで輸送される。例えば、卵巣の卵胞内の卵子を取り巻く顆粒膜細胞で合成・分泌される発情ホルモンは、発情行動を示す原動力となる。発情が進行して卵胞が成熟してくると、脳下垂体から一過性にLHが急激に放出され(LHサージ)、その後24～30時間で排卵が起きる。LHサージ後の排卵は、動物種を超えて共通である。排卵すると卵胞の顆粒膜細胞が増殖して黄体となり、発情ホルモンから黄体ホルモンを分泌するようにその機能も変化する。妊娠しなければ、発情の18日目以降に黄体が退行して、次の発情周期が巡ってくる。

黄体を退行させる物質は、子宮内膜から分泌されるプロスタグランジンF2 $\alpha$ (PGF2 $\alpha$ )である。PGF2 $\alpha$ は、発見当初には前立腺から分泌されると考えられていたが、主要な臓器から分泌され、代謝機能調節因子として作用していることが明らかとなった。

GnRH、発情ホルモンや黄体ホルモン、PGF2 $\alpha$ は合成が可能であり、繁殖治療剤として、広く利用されている。

### (2) 卵胞波

ひと昔前まで、牛では発情して排卵する卵胞が、なぜ1個なのかについては、長らく論議的であったが、超音波診断装置により、発情周期中の各種サイズの卵胞発育動態が明らかになることで解明された。

牛では発情周期中に、卵巣内で複数の小卵胞が一群となって発育を開始する（図 1）。

そこから 5 mm～10 mm 以下の中卵胞が選抜されて発育し、さらにそのうち一個が 10 mm 以上に発育する。この卵胞を、主席卵胞と呼ぶ。主席卵胞は発情周期の 8～10 日目に約 20 mm 前後と最も大きくなるが、黄体があると排卵することなく退行してしまう。すると次の卵胞群が発育を開始し、選抜されて主席卵胞となったものが排卵するに至る。このような卵胞の発育の波を卵胞波と呼び、通常は 1 発情周期中に 2～3 回起こる。主席卵胞の大きさが 10 mm 以上にな

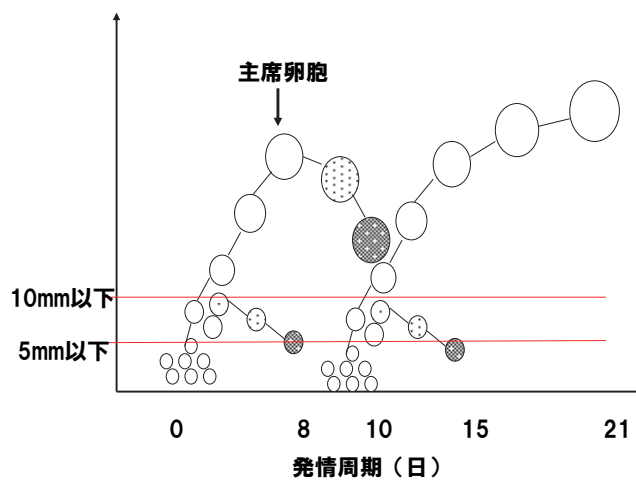


図 1. 牛の卵胞波

ると、GnRH に反応するようになり、GnRH-LH 軸による排卵が可能となる。PGF2 $\alpha$  投与後 3 日目あるいは 4 日目に発情が回帰するブレは、この主席卵胞の発育動態と関係している。

### (3) 発情と授精

#### ① 発情行動

人工授精を実施するには、平均 21 日ごとに繰り返される発情を正確に発見することが必須である。

発情発見では、発情に伴う行動の変化(発情行動)が判断材料となる。発情徴候の発現は段階的であり、発情期の牛は落ち着きなく歩き回る、高い鳴き声で咆哮する、他の牛と互いに陰部をかぎあう、腰部に顎をのせるといった行動をみせる。また、発情牛は、他の雌牛に乗駕(マウンティング)することがあるが、発情の初期には他の牛が乗駕することを拒む。その後、しばらくすると、他の牛が乗駕してもじっとして動かない被乗駕行動(スタンディング)を示すようになる。スタンディングは発情した雌牛だけにみられる。

これらの発情行動を点数化し、その点数に行動の観察頻度を乗じて得られた合計点数により、発情徴候の強さを数値化し、客観的に評価する方法がある（表 1）。

表 1. 発情行動の数値化

行 動	強度の点数
フレーメン	5
陰部の臭いをかぐ	10
顎をのせる	15
マウンティング（後軀）	35
マウンティング（前軀）	45
スタンディング	100

この数値化による評価法は、発情強度と授精時期や受胎率などの関係が明らかとなるため、有用である。発情徴候の強さは個体や群の社会的順位などにより大きく異なるが、未経産牛では経産牛に比べて発情徴候が明瞭である。また、同時に発情している牛がいると発情持続時間が長く、発情徴候はより明瞭となる。一発情期におけるスタンディング回数は7～12回程度である。発情持続時間は群の構成、飼養管理、牛舎構造などにより大きく異なるが、通常は15時間程度（12～18時間）である。近年では、発情持続時間が短縮してきており、約8～10時間程度とされている。

発情行動を示す時間帯については、午前6時～正午が22%、正午～午後6時が10%、午後6時～深夜が25%、夜～午前6時が43%との報告がある。このことから、日中の時間帯よりも深夜から早朝にかけての発情発現が多く、発情発見率低下の一因となっていることが示唆される。

発情行動は牛舎から運動場へ移動する際や、スタンションでの給餌を終え、スタンションからはずした直後にもよく観察される。漫然とではなく、そのようなタイミングやポイントを押さえて観察するようにしたい。

## ② 発情行動以外の発情徴候所見

授精時期を決めるにあたり、最も基本となるのは発情行動の観察であるが、繋ぎ飼いの場合は難しいのが現実である。発情行動以外にみられる徴候には、発情粘液(頸管粘液)、外陰部の腫脹、充血などがある。発情粘液は透明で柔らかく良く伸び、外陰部から垂れ下がる。外陰部は発情1～2日前から腫脹はじめ小じわが消える。腔鏡で外陰部を開いてみると、子宮頸管や腔壁は充血し、発情粘液が貯留しているのが見られる。発情期の発情粘液をスライドグラスなどに塗布して乾燥させると、シダ状の結晶像が肉眼でも観察できる(図2)。



図2. 発情期の発情粘液のシダ状結晶像

発情終了後の2～4日目にかけて、外陰部から粘液に混じって出血が認められることがある。これを発情後出血とよび、子宮内膜の毛細血管から血液が漏出したものである。発情を見逃して、この出血で発情があったことを気づく場合も往々にしてある。未経産牛では約80～90%と高い割合で見られる。発情後出血した牛では人工授精はできないが、受精卵移植は可能である。

### ③ 発情発見のための補助道具・機器類

牛の発情発見は繁殖管理の根幹をなすものであるが、ある調査によれば、発情観察時間を設けている畜産農家は 20%に満たず、機器類を用いているのは約 5%である。残念なことに、ほとんどの農家は片手間に牛の発情を観察しているだけとも言える。農繁期の発情観察は難しい場合も多いが、発情発見を容易にするために、各種の補助道具が開発されている（図 3）。



図3. 発情発見の補助道具

最も一般的なものとして、ヒートマウントディテクターやテールペイントがある。どちらも牛の腰部に付けるもので、ヒートマウントディテクターは発情期にマウントされると、赤色の染料が封入された容器の蓋が外れて、赤く染まる。テールペイントは柔らかなクレヨンで、マウントされると、それが剥がれ落ちることを利用したものである。これらは比較的安価であり、フリーストールで繋養している場合は、今でもよく用いられている。

発情期に運動量が増加することを利用した機器が歩数計で、わが国で開発されたものである。この機器類は改良がなされ、現在では、頸部にセンサーを取り付ける、繋ぎ飼いにも対応した製品が主流となりつつある。センサーで歩数を測定し、設定した運動量の閾値を超えると発情開始、閾値より低下すると発情終了と認識される。図 4 に示した動態グラフの例では、深夜 3 時頃から発情が始まり、同日の 19 時頃に終了しており、発情持続時間は 15～16 時間程度であった。歩数計での運動量測定による発情の把握は、飼養環境条件が一定であることが前提となる。繋ぎ牛舎から運動場や放牧に出すと、当然運動量は増加するため、安定的な測定ができない。機器類のデータに頼り切って判断するのではなく、日常的な観察をしっかりと行いながら、補助的に利用することが、発情発見率の向上につながると思われる。

## 時間帯別発情データ

印刷日時 2005/04/11 17:02

母牛名 10  
授精日時: 2005/01/14 15:30  
前分娩日: 2004/11/26

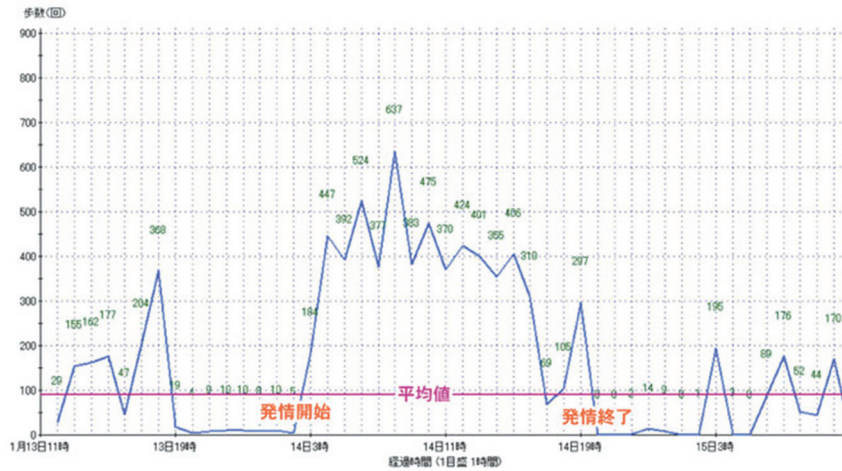


図4. 歩数計による運動量の計測と発情

### ④ 授精時期

#### i) 凍結精液の取り扱い

−196℃の液体窒素中で保管されている凍結精液は、雌牛に授精する直前に 35～37℃の温湯に 40 秒間浸漬して融解する。この条件で融解後の精子生存率や活性値が最も高い。融解したストローをシース管に装着して、直腸膣法により、子宮体内に精液を注入する。シース管に受精卵移植に用いるビニールのカバーをかけて、子宮頸管まで挿入したところでカバーを破くように注入器を押し出し、精液を注入すると、腔内の細菌などを子宮内に持ち込まず、受胎率向上に寄与できる。融解後の精子は温度変化に弱いので、厳冬期にはシース管などを保温しておくことが望ましい。

和牛凍結精液は遺伝資源保全の観点から、法に基づく適切な保管・管理および適正な使用が求められ、帳簿への記録が義務付けられている。また、現在では各種雄牛について DNA 型による詳細な個体識別情報が管理されているので、使用する種雄牛精液を間違えないよう、十分に気をつけたい。

#### ii) 発情期における精子と卵子

良好な受胎成績を得るためには、受精能を有する卵子と精子が受精部位である卵管膨大部で会合するように授精適期を選ぶことが重要である。

射出精子は、そのままでは卵子と会合しても受精することができない。受精が可能となるためには、雌生殖器内で卵管膨大部に移動する間に受精能獲得現象（キャパシテーション）と言われる、質的变化を遂げる必要がある。

人工授精で子宮体部に注入された精子は、約 6～8 時間かけて卵管膨大部に移動する間に受精能を獲得する。注入後、数分で卵管膨大部に移動する精子もあるが、それらに受精能はない。雌生殖器内で受精能を獲得した精子は約 24 時間、その能力を保持している。

一方、排卵は発情開始から平均 24 時間(24～32 時間)、発情終了からは平均 12 時間(10～15 時間)で起こる。発情中期に排卵を誘発する LH サージからは平均 28 時間(24～30 時間)とされている。排卵された成熟卵子の受精能保持時間は 6～10 時間であり、とくに排卵後 2 時間以内が最も発生能が高い。排卵卵子の受精能保持時間は精子に比べ非常に短い。

精子の雌生殖器内での移動時間を考慮すると、排卵の 8 時間前までには授精しておくことが望ましい。排卵後の授精では、精子が受精能を獲得した時点で卵子の老化が進行してしまっている。

卵子の老化には M 期促進因子である MPF の活性が関与している。MPF 活性は排卵直後が最も高く、精子侵入などの強烈な刺激がないと、次のステップに進行しない。受精は一瞬であり、受精直後の卵子内でのカルシウムイオン放出により、卵子が活性化する。排卵後の卵子は時間の経過とともに MPF 活性値が減少し、老化が進む。老化した卵子では多精子侵入、異常分割、単為発生、卵細胞質のフラグメンテーションなどの発生異常が高頻度で認められ、正常な胚発生には至らない(図 5)。

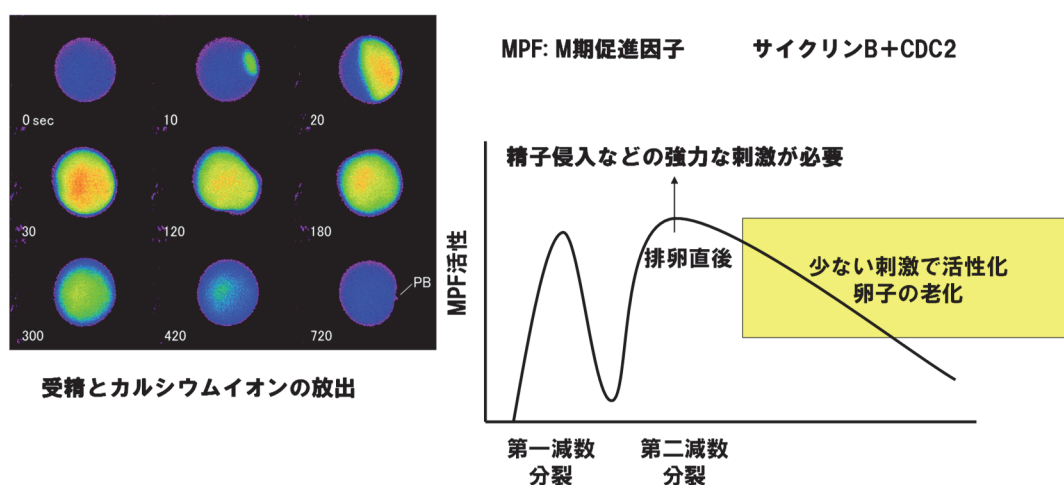


図5. 受精時における卵子の動態

### iii) 授精適期

図 6 の超音波画像に示されるように、排卵直前の卵胞サイズは約 18~20 mm となる。精子と卵子の受精能力保持時間や発情行動から授精のタイミングを判断する方法に am-pm 法がある。この方法では、その日の朝に発情行動(徴候)が観察されたら同日午後に授精し、翌朝まで発情が持続していたら再授精を行う。午後から夕方にかけて発情を発見したら翌日の朝に授精すると、最も受胎率が高いとされる。この方法は、排卵を基準として、その前後に授精を行い、授精後 7 日目に回収した胚の品質を調べた結果、12~16 時間前に授精した胚の品質が最も良好であり、排卵後に授精したものでは極端に品質が低下していたことから支持される。

歩数計などの連続した活動量を計測できる機器を使用した場合は、スタンディング発情開始から 4~12 時間後の授精で高い受胎率が得られている。したがって、発情持続時間が短い牛では、スタンディング発見から 6 時間前後での授精が良い。前述のとおり、排卵後の授精では高い受胎率は望めず、発情開始が不明な場合は、精子の受精能保持時間から考えても、早めの授精の方が受胎率が高い。

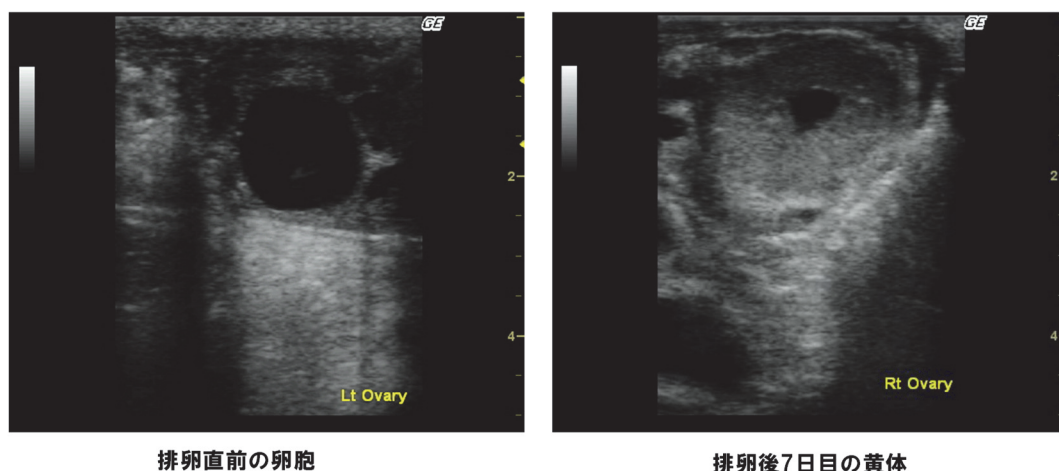


図6. 排卵直前の卵胞と黄体の超音波画像

## 2. 妊娠診断と妊娠・分娩

### (1) 受胎するには

受胎を可能とするためには、卵巣-子宮-胚のトライアングルの相互関係が良好に保たれることが必須となる(図 7)。卵巣は良好な成熟卵子の排卵や受精、その後に形成される黄体から分泌される黄体ホルモンによる妊娠維持、子宮は卵巣から分泌されたホルモンによる妊娠準備態勢の構築と着床や胎盤形成、胚は着床シグナルとなる妊娠 16 日目のインターフェロン $\tau$ 分泌と各種



の成長因子の発現による卵巣や子宮への働きかけなどを行い、これらの相互関係がうまく機能することにより、妊娠が成立する。

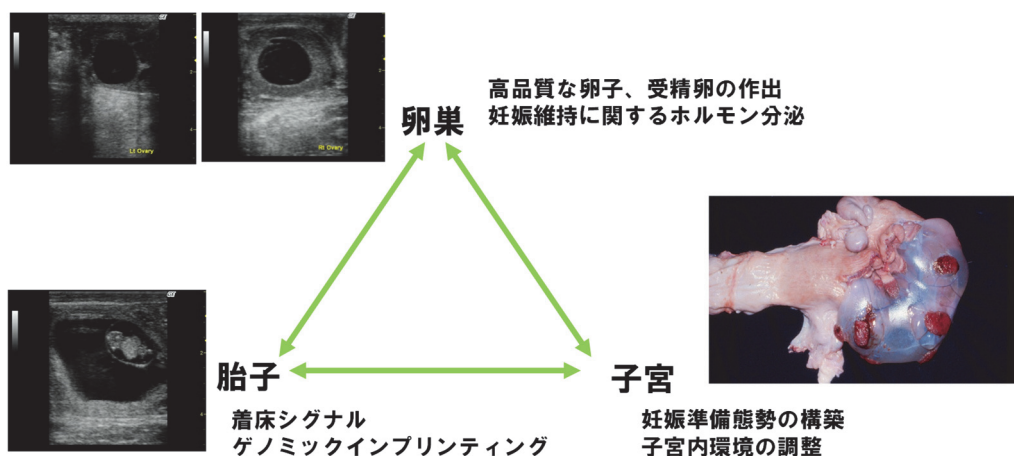


図7. 受胎はトライアングルハーモニー

## (2) 妊娠診断

妊娠診断法として、最も簡便で費用がかからないのが、ノンリターン(NR)法である。胚が生存して妊娠が成立すると、授精または交配後 21 日ごとの発情が回帰してこないことを利用したもので、30 日間あるいは 60 日間発情が回帰していない場合は 30 日 NR、60 日 NR と表す。しかし、発情を見逃していたり、卵胞囊腫や黄体遺残などの繁殖障害により発情周期が停止している場合もあり、正確度は低い。

次によく用いられる方法として、胎膜触診反応がある。牛では妊娠 35~40 日以降になると胎膜が触診できる。子宮角の幅全体を親指と中指にはさんで慎重につかみあげ、尿膜絨毛膜(胎膜)が子宮壁と直腸より先に指間から滑り落ちる(スリップする)のを触知する。60 日以降は子宮が弛緩しているので、つかみやすくなる。

近年は超音波診断装置が普及し、胎子の生存性を胎膜触診反応よりも簡便かつ直接的に確認できる。通常は妊娠 30 日目以降に妊娠診断が可能となり、胎子が途中で死滅した場合なども正確に判断できる。以前は妊娠牛として購入したものの、発情が回帰し、妊娠していないことが判明して訴訟問題となることもあった。しかし、現在では妊娠診断証明書の発行等により、このような問題は少なくなった。30 日目前後で妊娠診断した場合は、早期胚死滅等も考慮して、50~60 日目頃に再度の診断が必要となる。

臨床的な妊娠診断法としては前 2 者が一般的であるが、最近では生化学的手法を用いた胚生存性の早期判定法なども開発されてきている(図 8)。

妊娠により黄体の退行が阻止される原理を応用したオキシトシンチャレンジ法のほか、妊娠 16 日目に胎膜から分泌されるインターフェロン  $\tau$  (INF- $\tau$ ) の応答遺伝子である ISG15 の動態や妊娠関連糖たんぱく質である PAG などを測定する方法が報告されている。残念ながら、妊娠認識物質である INF- $\tau$  分泌以前の胚の動態を知るすべは、今のところ報告されていない。このような知見の蓄積が受胎率向上に結びつくものと期待する。

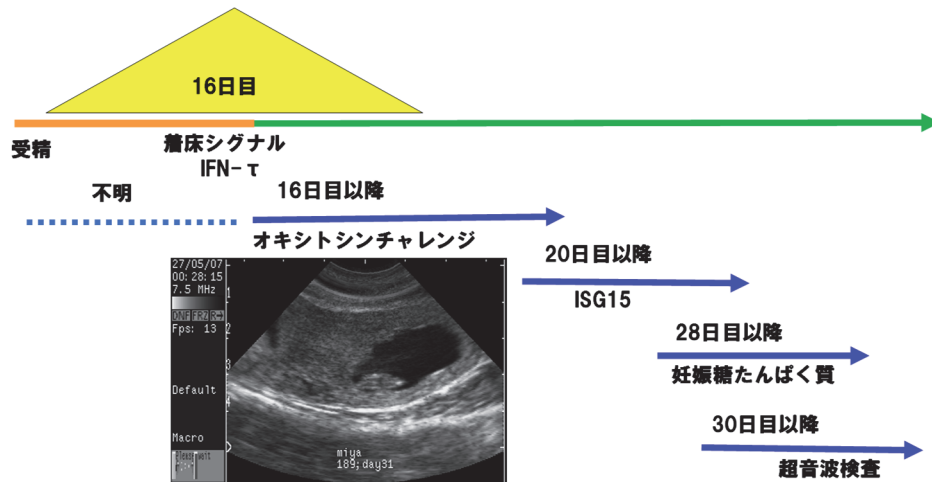
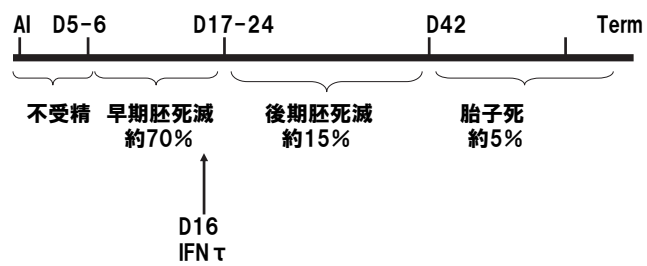


図8. 牛胚の生存性確認のステップ

### (3) 胚の早期死滅

胚や胎子が早期死滅する原因は多岐にわたり、その時期によって主な要因が異なるものと推察される (図 9)。

授精後 6 日目までの大きな要因としては、不受精、多精子侵入などの発生異常、染色体異常、授精適期の失宜などがあげられる。6~24 日目の胚死滅が最も多く、約 70% を占め、胚の異常もさることながら、卵管内の胚の発育環境や子宮の妊娠準備態勢の不備によ



胚の生存性を早期に判定し、次の授精機会を適確にとらえることが、結果的に空胎日数を減少させる

Osawa et al., JRD, 2009

図9. ウシ胚生存性の早期判定

るところが大きい。授精後の子宮内環境の詳細については不明な点も多々あるが、性ホルモン支配による子宮内膜の質的・量的改変が整っていないためとも考えられる。牛の着床は授精後 21 日目前後であり、この時期以降は徐々に胎盤形成が進み、胎子の生存性は安定してくる。

INF- $\tau$ が分泌される16日目以前に胚が死滅すると、発情周期は変化せず、21日目に発情が回帰するが、胚死滅が16日目であれば、16日目から胚死滅までの日数分だけ発情回帰が遅れるため、胚の死滅時期をある程度把握することができる。

#### (4) 妊娠期間

黒毛和種では、妊娠期間が285日とされていたことから、分娩予定日を「種付け月から3を引き、種付け日に10を加える」方法で求めてきた。実際の計算では283～285日となるが、最近の報告によると平均妊娠日数は290日となっており、従来よりも5日程度延長している(図10)。

本報告は北海道と岡山県のデータに基づくが、島根県や鹿児島県でも同様な報告がある。また、以前は長期在胎とされた300日を超える牛も少なくない。このため、現状では種付け月から3を引き、種付け日に15を加えて求めるのが良い。

例えば4月20日に授精した場合の分娩予定日は、「4-3=1月」、「20+15=35日」から1月35日で、30日以降を翌月に繰りこして、2月5日となる。最近では、スマホなどに日数計算のアプリがあるので、それらを利用すると、より正確に求められる。胎子が雌の場合は雄の場合よりも若干日数が短くなる傾向にある。

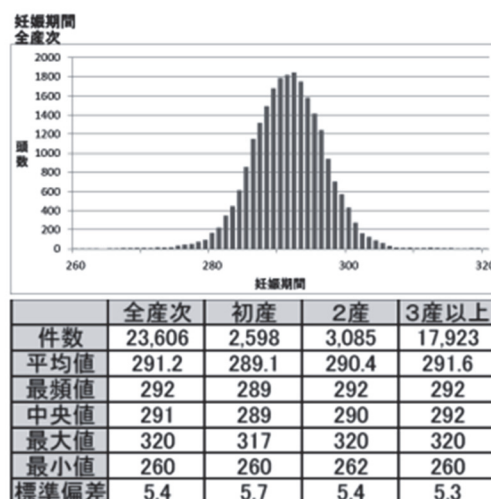


図10. 黒毛和種の妊娠日数

家畜改良事業団 相原 (2013)

#### (5) 分娩

##### ① 妊娠末期から分娩開始までの変化

妊娠末期は分娩に備えて、乳房や外陰部の腫脹、尾根部の落ち込み、食欲低下などの変化が現れるので、分娩予定日の2週間前頃から注意深く観察することが大切である。分娩1週間前頃に分娩房に移し、敷料を入れて清潔を保ち、滑らないようにする。この頃になると、乳房および外陰部の腫脹や骨盤靭帯の弛緩が顕著となる。乳頭中には、はじめ粘張性のある透明な分泌物がみられるが、分娩直前になると黄色で濃密な初乳へと変化する。外陰部は腫大して縦方向に長くなり、分娩の1～2日前には粘液の排出がみられる。

また、分娩の1日～数時間前には体温が低下する(約0.5℃)。分娩予定日の1週間前から朝夕の決まった時間に体温を測定することで、おおよその分娩時期を予測し、分娩に備えることができる。

分娩開始は胎子からのコルチゾール分泌が急上昇することが引き金となる。これが母体に伝わると、血中プロゲステロン値は低下、発情ホルモンであるエストロジェンが上昇し、外陰部の腫脹や頸管の軟化が起こる。分娩時にはプロスタグランジンが急上昇して、陣痛を引き起こす。

## ② 分娩の経過

分娩の経過は3期(開口期・産出期・後産期)に分類される。分娩の経過を理解することは、健全な産子を得るうえでも需要である。前述した骨盤靭帯の弛緩や外陰部の腫脹、0.5℃の体温低下があれば、12時間前後で分娩が開始する。

第一期の開口期は陣痛開始から子宮口が全開するまでで、1～24時間と幅があるが、経産牛では2～6時間、未経産牛では約12時間とされる。子宮収縮に伴う陣痛は、はじめは10～15分間隔と不規則である。母牛は分娩房を歩き回ったり、横臥したりと落ち着かない状態が続く。

この開口期に胎子は産道に入るために姿勢を変え、プールに飛び込む時のように前肢と頭部を伸ばした状態をとる。母牛の動きが制約されると胎子は姿勢をうまく転換できず、難産の要因ともなる。

第二期の産出期は子宮口が全開して胎子が娩出されるまでである。陣痛は10分間隔程度に規則正しく起きるようになり、母牛は横臥して怒責がみられる。陣痛間隔が短くなり、怒責が強くなると、尿膜が産道に押し出されて破裂し、第一次破水が起きる。次に可動性のある羊膜に包まれた羊膜水中の胎子の前肢(足胞)が現れる(図11)。



図11. 正常分娩時における産出期の足胞

羊膜が破れて第二次破水が起こり、胎子の頭部が陰門を、胸部が骨盤を通過すれば、その後の娩出は比較的容易である。

産出期も30分～4時間程度と幅があるが、通常は1時間強であることが多い。2時間以上経過すると陣痛が弱くなるので、助産が必要である。助産を行う際に産道に手を入れて触れるのが前肢か飛節のある後肢かによって、助産の難易度は異なるので注意したい。

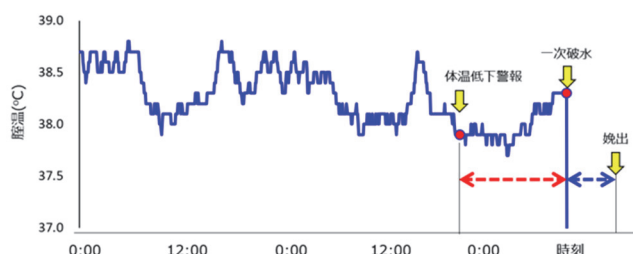
助産の際は潤滑粘液材を胎子の皮膚に十分に擦り付け、前肢や頭部の額部分が出るように、決して無理な牽引はせず、陣痛にあわせて緩やかに牽引する。頭部が出てこないなど、変則的な体勢の場合は速やかに診療を依頼する。

第三期は後産期で胎子娩出から胎子胎盤が排出されるまでをさす。通常、胎盤は胎子娩出後12時間以内に排出され、3～6時間のことが多い。12時間以上排出されない場合を胎盤停滞と呼び、分娩後3～10日程度停滞するが、自然に排出されるまで無理に剥離したりしないようにする。

ホルスタイン種と異なり、黒毛和種は分娩時に気質が極めて荒くなり、不用意に近づくと思わぬ事故を招きかねないため、助産などに際しては、十分に注意を払い、できれば一人では行わないように気をつける。

### ③ 分娩監視

健全な産子を得るうえでも正常な分娩が望ましいが、実際には難しい場合も多々ある。それを補完するのが分娩監視装置である。その一つに膣温の変化を計測して、スマホなどに情報を送るものがある。体温低下の温度閾値を0.4℃に設定して分娩監視を行った場合、体温低下および一次破水の検出率はそれぞれ、88.3%、99.4%と高い精度が得られており、経過時間は体温低下から一時破水までが約22時間、一時破水から娩出までが2時間であった(図12)。



	体温低下～一次破水 (h:mm)	一次破水～娩出 (h:mm)	妊娠期間 (日)	生時体重 (kg)
平均値	21:59 ± 7:07	2:06 ± 2:49	290.45 ± 4.40	37.48 ± 5.29
中央値	22:27	1:18	290	37.5
n (%)	552 (88.3)	621 (99.4)	625 (100)	641 (100) *

平均値±標準誤差にて表示。\*: 双子を含む

農研機構 阪谷 (2018)

図12. 膣温センサーを用いた分娩時の体温変化と分娩ステージ

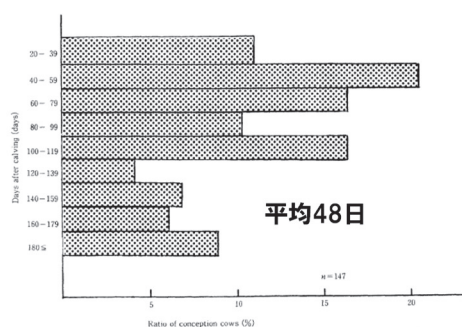
実際に導入した大規模頭数飼養農家では、分娩事故が低減した事例も報告されており、分娩監視装置は精度も高く有用であるが、機器類の整備やパテントを含む保守管理、月々の通信費等といった相応の負担が生じる。

また、監視カメラを分娩監視に用いる場合もある。カメラは運用経費や通信費等が比較的安価であり、管理にかかるコストは低い。しかし、分娩徴候を把握するための観察に時間を要し、精度は使用者の観察眼にも左右され、あまり高くないといった難しさがある。どちらを用いるかは経営者の各自の経営規模等を考慮して判断する。

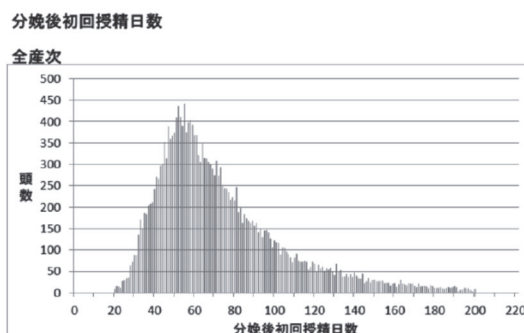
### 3. 分娩後の繁殖管理

#### (1) 卵巣機能回復

黒毛和種は通常 4～6 ヶ月間、産子に自然哺乳させるため、その刺激によって分娩後しばらくの間は卵巣静止の状態にある。その後は LH の分泌が頻繁に起こるようになり、卵巣の卵胞群から直径 10 mm 以上の主席卵胞が発育する。最初の主席卵胞が排卵する割合は約 50% であり、残り 50% は閉鎖退行する。この卵胞の発育・退行の波を数回繰り返した後、主席卵胞が成熟して発情が出現する。黒毛和種の分娩後の発情回帰日数には、大きな幅があるが、多くの報告で平均 50 日前後がピークとなっている(図 13)。



夏山冬里方式における肉用牛の分娩後の発情回帰日数、空胎日数 (1980)



件数	平均値	最頻値	中央値	最大値	最小値	標準偏差
22,025	73.2	55	65	200	20	32.1

北海道と岡山県の牛群 (相原 2013)

図13. 黒毛和種分娩後の発情回帰と初回授精日数

卵巣機能回復に影響を及ぼす要因としては、乳量の増加や栄養状態の低下などがあげられる。栄養状態を測る指標としてボディコンディションスコアは有効である。5 段階評価で 3 前後を保つように管理すれば、卵巣機能回復には問題がなく、40～50 日前後で発情回帰する。2 前後では低栄養状態であり、卵巣静止が発生する。卵巣静止が生じた場合は適切な栄養補給が必要であるが、その改善には比較的時間を要する。また、4 以上の過肥状態では、早期に発情回帰するが、乳量は比較的少なく、また受胎もしにくい。栄養状態については、血液中の生化学的成分の動態をもとに飼養管理の改善を目的とした、代謝プロファイルテストが黒毛和種でも開発されたので、参照

にされたい（「多頭飼養における黒毛和種繁殖雌牛生産性向上のための代謝プロファイルテストを用いた飼養管理マニュアル」：独立行政法人家畜改良センター鳥取牧場）。

## （2）子宮修復

分娩後に子宮の形態的な大きさが、妊娠前の状態に戻ることを子宮修復という。これに要する日数は約 30～45 日前後であり、産次が増加するにつれて長くなる(図 14)。

子宮修復により、形態的には妊娠前の大きさに戻っても、卵巣機能が回復しないと、子宮腔内に微細な悪露が貯留しているなど子宮機能の回復が不完全な場合もある。

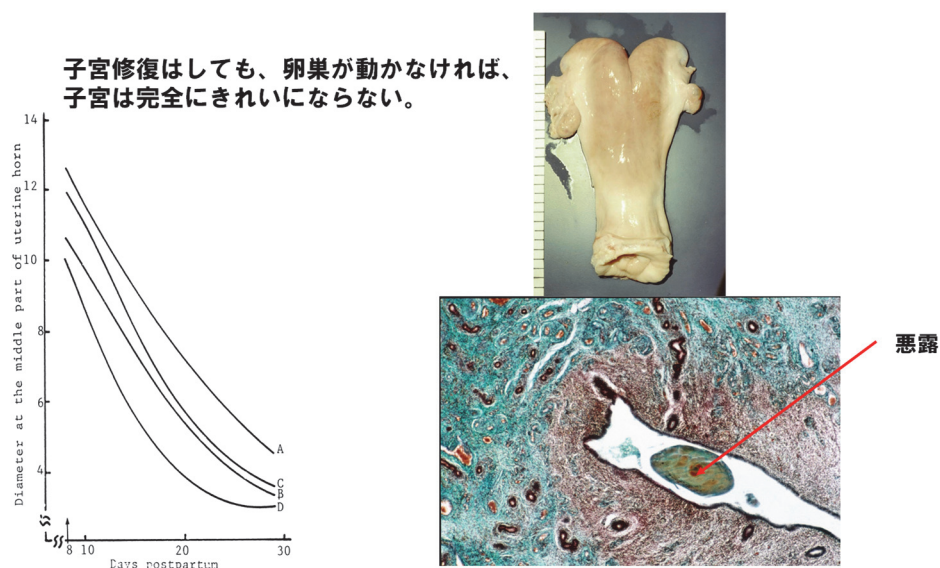


図14. 分娩後の子宮修復と子宮内膜の組織像

子宮内膜などの機能回復には、卵巣が正常に機能して発情することが大きな助けとなる。発情が回帰すると子宮内の分泌が盛んになり、不純物が頸管から粘液とともに排出される。子宮修復

形態的なもの

内部構造（内腔や悪露の消失）

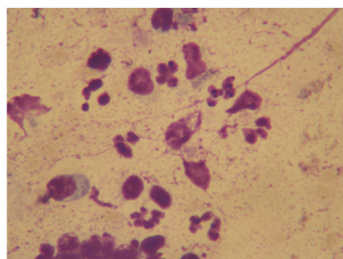
子宮内膜の細胞診



直腸検査

超音波検査

サイトブラシ



の進行具合を把握するための手法と

しては直腸検査法が最もよく用いら

れているが、子宮内膜の状況観察には

超音波診断や多型核白血球の動態を

調べる手法がある(図 15)。

図15. 子宮修復の状態を観察する方法

図 16 に示すように、子宮修復は卵巣機能回復と関連せず、なかば自動的に進行するが、分娩時の炎症産物である多型核白血球は卵巣機能の回復が早いと消失が早い。この結果は、前述した卵巣機能と子宮内膜の回復の関係性と良く一致している。

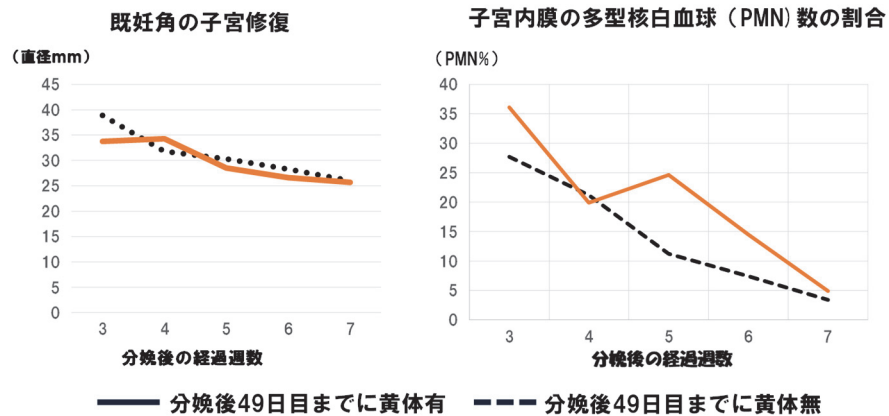


図16. ホルスタイン種における分娩後の子宮修復と卵巣機能回復の関係

### (3) フレッシュチェックと任意待機期間

分娩後 40～50 日前後にかけて卵巣や子宮の状態を検診することを、フレッシュチェックという。これは分娩後の繁殖機能の把握と受胎促進にとって有益である。卵巣に黄体があれば正常に機能しているが、黄体がなければ卵巣静止と判断され、最適な対処法をすみやかに取ることができる。子宮については空洞の有無や、子宮内膜に炎症がないかなどを超音波検査で判断できる(図 17)。分娩後 40 日以前は産褥期とされ、子宮蓄膿症などの疾病がなければ、フレッシュチェックは家畜共済の診療点数の対象とはならない。

分娩後の発情回帰日数に幅があることは前述したが、発情回帰後もある日数が経過するまで授精を行わず、この期間を任意待機期間と呼ぶ。生殖器の回復状況や初回発情よりも 2 回目発情時における受胎率のほうが高いことを考慮して設定され、黒毛和種では通常 50 日前後としている。

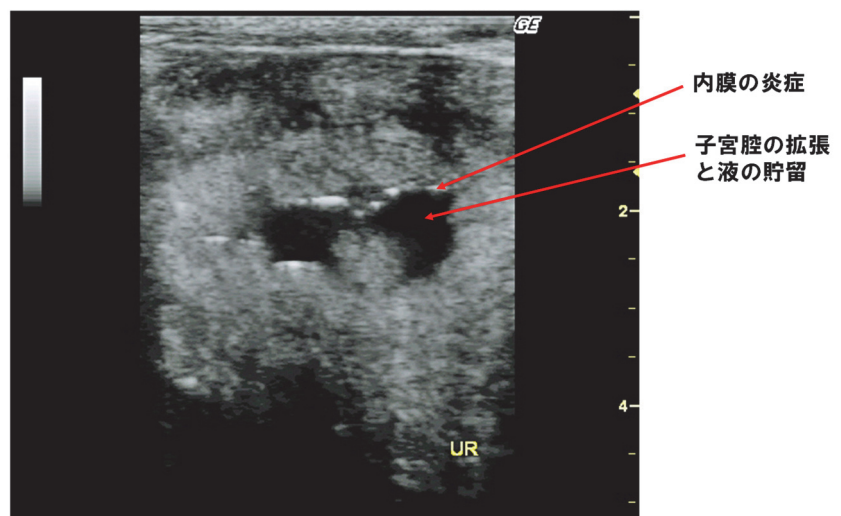
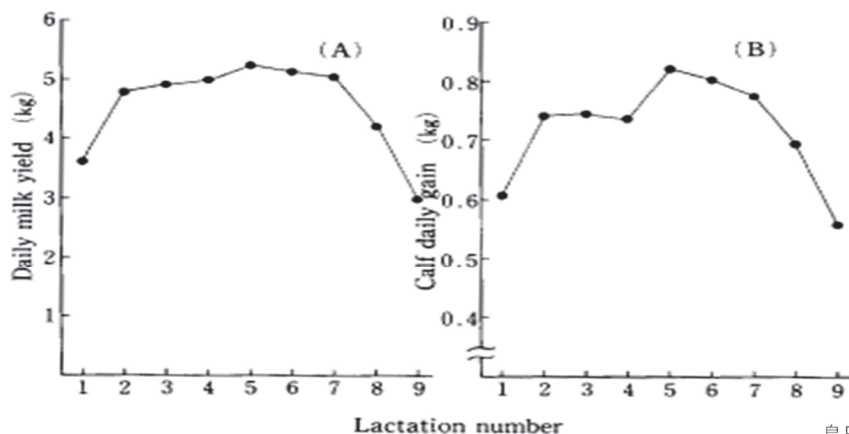


図17. 子宮修復過程における超音波画像



#### (4) 繁殖牛の供用期間

黒毛和種の繁殖供用期間はホルスタイン種に比べ、格段に長い。連産性が維持できているならば、長く飼養したいところではあるが、8産以降になると乳量が減少して、子牛の初期発育も劣ってくる(図18)。そのため、繁殖供用期間は平均8~10産程度が適当と示唆される。また高値で子牛を販売するには血統も更新する必要がある。繁殖牛の繋養頭数が20頭であれば、後継牛として毎年3~4頭程度を保留して育成すれば良いと考えられる。



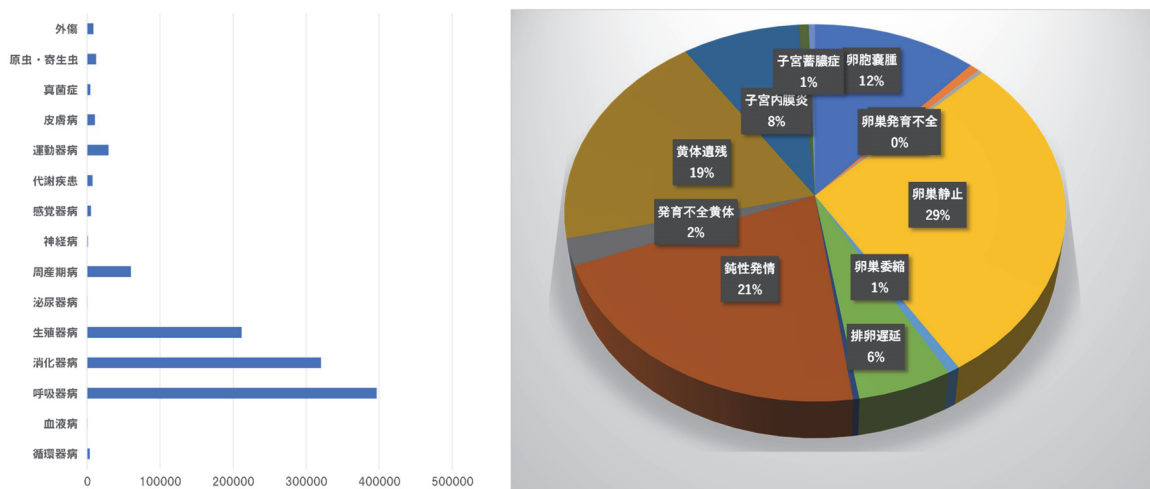
島田 1993

図18. 黒毛和種における産次ごとの一日当たり乳量 (A) と産子の日増体量 (B) の関係

#### 4. 繁殖管理

##### (1) 繁殖障害

黒毛和種における障害疾病のうち、上位3疾病は気管支炎や肺炎などの呼吸器病、下痢や食滞などの消化器病および繁殖障害である(図19)。



農水省 NOSAI統計(2017)

図19. 肉用牛における傷病事故件数

黒毛和種の疾病罹患率は約 40～50%で、乳牛に比べて低く、乳生産の過大な負担が少ないことに起因している。繁殖障害は生産性に直結するが、完治が難しい疾患も多い。繁殖障害のうち、卵巣の疾患が 90%を占め、子宮疾患は 10%前後である。子宮疾患は診断に時間を要することなどから、実際にはもう少し多いと考えられている。卵巣疾患では卵巣静止、卵胞嚢腫、鈍性発情、黄体遺残が多い。

#### ① 卵巣疾患

卵巣静止は卵巣に発育卵胞や黄体が存在しない状態であり、主な要因としては低栄養によることが多い。対処法としては、栄養状態の改善や GnRH 製剤の投与により卵巣の賦活化を図る。分娩後、自然哺乳している場合は、早期離乳するのも一手である。

卵胞嚢腫の発生は乳牛に比べれば少なく、高蛋白質飼料の過給などに起因するが多い。以前は咆哮するものが多かったが、現在では無発情のものが多数を占める。卵胞嚢腫が長引くと、尾根部が盛り上がり、独特の外貌を呈することもある。過去には卵胞を破碎する治療も行われたが、卵巣の癒着などを引き起こすことも多いので、昨今では GnRH 製剤を投与して排卵を促すのが一般的である。

鈍性発情は最近とくに増加しており、牛の気質や飼養環境などの影響によるものと推測されるが、発情の見逃しも多く含まれている。実際に超音波検査などでは、卵巣に機能性黄体が存在し、異常が認められない個体も多い。治療法としては PGF2 $\alpha$  の単回投与か排卵同期化を行う。これらの処置後の発情回帰は正常である場合が多く、受胎性に問題はない。

黄体遺残は、正常な発情周期を超えて機能性黄体が存続し続けることをさす。そのため、正確な診断には初回の診察から 2～3 週間前後に再診を行って同じ位置に機能性黄体があるかどうかの確認が必要である。実際には機能性黄体を退行させる PGF2 $\alpha$  の単回投与か排卵同期化で改善するが多い。

これらの繁殖障害は、良好に妊娠・分娩すると、その後は症状が続くことはなく、子宮や卵巣が健全な状態に回復することも多い。

#### ② 排卵同期化

排卵同期化は各種のホルモン剤を用いて、黄体退行、卵胞発育、排卵制御などにより、予定した日程での授精を可能とする定時人工授精法である。排卵同期化は機能性黄体の有無によって、その処置法が異なる(図 20)。

機能性黄体がある場合は、GnRH 処置による排卵-副黄体の形成から開始するオブシンク法もしくは PGF2 $\alpha$  投与から開始し、短期間で処置が完了するショートシンク法を用いる。オブ

シンク法では、処置中に発情が回帰してしまう場合もある。これは発情周期が不明であること、さらに機能性黄体が発情周期の何日目のかを見極めきれないことに起因することが多い。当然ながら処置中であっても、発情が回帰した牛には授精したい。このような場合の受胎率は40%前後である。

ショートシンク法は簡便であるが、PGF2 $\alpha$ 投与による黄体退行効果は、発情後5日～16日目までのため、投与する日がその期間内であるかに注意する。

機能性黄体が存在しない場合はシダーシンク法が用いられる。シダー挿入期間は7～10日間で設定可能する。挿入中は発情が回帰せず、確実な排卵同期化が可能なため、挿入するシダー分の費用はかかるが、安定的な処置法である。

#### 1) Ovsynch法（開花期黄体である場合）



#### 2) CIDRsynch法（発情が不明なとき、開花期黄体がない場合）

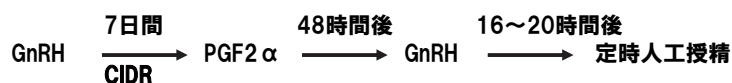


図20. 排卵同期化法

#### ③ リピートブリーダー

生殖器系に何の異常も認められないのに、3回以上授精しても受胎しないものがリピートブリーダーと定義され、繁殖牛群では5～10%程度存在する。しかし、これらの牛を詳細に診察してみると、発情期の異常、排卵遅延、周産期疾病、子宮内膜炎などが確認され、真のリピートブリーダーは約半数であるとの報告もある。この解決のためには畜主－獣医師－授精師の連携した取組みが不可欠である。

#### 5. 終わりに

和牛繁殖経営での子牛生産が非常に重要なことは、諸氏が認めているところであるが、その実態は必ずしも良好で安定したものではない。多くの農家である程度の頭数を繋養するようになり、飼養管理が従来とは異なってくるため、牛の繁殖管理に専門的な知識を有し、的確に判断することが必要となる。

近年における ICT・IT 機器開発は、多くが発情発見や分娩監視に用いることを念頭に置いてなされており、世界的な趨勢でもある。これらの機器類をどう選択し、使いこなすかは、ひとえに利用者である畜主の双肩にかかっている。深夜の発情や分娩などに、これらの機器類は効果を発揮するが、そのためには畜主の牛を見る眼も大事である。ある農家が、発情の発見において機器に頼るのは 3 割で、7 割は自分の観察であると述べていたことが、非常に印象に残っている。各自の経営規模に応じた IT・ICT 機器類を有効に活用して、省力的に繁殖性向上に寄与されることを期待したい。

(居在家義昭)

JRA 畜産振興事業「中小規模畜産経営 ICT 化支援事業」  
(令和元年度～令和 3 年度)手引書より