



IVF卵 関連情報

酪農家のための和牛受精卵移植のポイント ET特有の分娩発来機序を理解し、正しく誘発剤を利用する IgG 濃度の高い初乳給与も重要

山本動物 ET クリニック院長 獣医師（当団東海事業所 家畜改良アドバイザー） 山本 広憲

はじめに

飼料価格高止まりに伴う経営収支悪化を踏まえ、多くの酪農家はコスト低減を進めつつ、収入確保に向け受精卵移植（ET）による和牛子牛の販売を積極的に推進しています。本稿では、現場技術者の視点から、酪農生産現場におけるETの考え方とポイントについて述べます¹⁾。

体内ETとIVF-ET使い分け、新鮮卵移植で成果

筆者は愛知県で乳牛の繁殖検診とETの専門クリニックを2005年に開業し、採卵約360頭/年、経膈採卵（以下OPU）約30頭/年、ET約700頭/年を実施しています。前職の愛知県職員時代（1985～2005年）から通算すると40年間ET実務に関わり、現場実績は少ないと考えています。

本稿では、「胚」を「受精卵」と表記します。学術的には「胚」が正しいですが、筆者は行政畑の出身であるため、法律行政用語の「受精卵」をあえて使用することをご容赦ください。従来、ET技術は高付加価値の乳牛や和牛を得るための手段でしたが、昨今の酪農情勢を踏まえ、繁殖改善対策としてのETやホルスタインの人工授精（AI）、さらには交雑種（F1）の生産も行わず、経営安定のため全頭和牛ETを実施する酪農家が増えています。

愛知県豊橋市のあいち家畜市場では、体内受精卵産子も無登記の体外受精卵（以下、IVF-ET）産子も共に評価が高いため、体内ETとIVF-ETを使い分けて、常に新鮮卵移植を行い高い効果を上げています。26年1月初旬の同市場では、素牛の和牛雄平均（約10カ月齢）が約85万円（税込み）、スモールの和牛去勢平均（6カ月齢以内）が約78万円（同）とかつてないほど高騰しました。全国的な和牛不足の影響ですが、肥育農家にとってはかなり厳しい価格です。酪農家由来のET和牛産子は生まれ落ちが大きいこともあり、発育が良く、もともと高値で推移している中での現在の価格なのでこれを利用しない手はありません。

このような情勢下でのET受卵牛の選定は、受胎させることを第一義として、高付加価値までといかなく

受卵牛の選定

- 繁殖障害がなく発情が明瞭であること
- 経産牛よりも未経産牛の受胎性は高いが移植手技は困難
- 泌乳ピーク時の牛はさける
- 夏場の受胎はやや落ちるが、AIよりも高い
- 発情を飛ばしてまでETするか否かは農家による
- 出血からのET実施は農家の繁殖状況による
- 発情同期化処置後のETは積極的にやるべし
- ETすることよりも、むしろその後が大切
- いかに産ませるか、いかに育てるか
- コストパフォーマンスを考えた受精卵の選択を
- 新鮮卵移植は理にかなっている

図1 受精卵移植の考え方

でも、できる限り安価で受胎する和牛受精卵であればよいという考えが生まれます。それぞれの経営状況を判断しながら、金銭的に無理なく選定することが肝要です。さらに、発情同期化処置後のETを積極的に行い、受胎促進を狙いたいと考えます²⁾。

加えて、AIよりも暑熱対策として有効という成績も多く、夏場は積極的に利用すべきです³⁾。ただし、ETを実施することよりも、その後が大切と考えています。いかにET産子を産ませるか、そしていかに育てるか。満足する値段で市場出荷することが、ET技術の到達点であることを忘れてはなりません（図1）。

採卵の曜日を固定し、同期化処置をパターン化

厳しい経営環境が続く近年は、発情を見逃した場合（故意も含む）や出血が多い牛には受胎率の面から体内凍結受精卵を、発情同期化処置後のETは地域内で採卵された新鮮体内受精卵か、（一社）家畜改良事業団（LIAJ）の新鮮体外受精卵を利用することが理にかなっています。

筆者が毎週月曜日に集中採卵を行い地域内で体内新鮮卵を供給するO牧場では、採卵曜日を固定することで受卵牛同期化処置がパターン化でき、多くの新鮮卵を供給して高い受胎性を確保しています。凍結卵が売却しにくい現在、O牧場は新鮮卵販売で活路を見だしています。O牧場の採卵成績は、この6年間で544

頭採卵、回収9,327卵（平均17.1個）、正常卵6,428卵（平均11.8個）、正常卵率68.9%で、新鮮卵移植は2,610頭であり、新鮮卵利用率が約4割と高いです。

LIAJの新鮮体外受精卵は毎週火～金曜日の移植に対応しており、安価で人気のY選別精液を使用した体外受精卵（雄）を宅急便で受け取り、牧場にて簡易顕微鏡で受精卵の生死判定後に移植しています。最新の全国的なLIAJ体外受精卵受胎率は41.0%で、ここ数年成績は向上しており、ET事業のコストパフォーマンスは高いといえます⁴⁾。

分娩シグナル弱いET産子には、まず副腎皮質ホルモンを投与

ET産子はAI産子と違い、分娩発来における大きな免疫学的な違いがあります。AI産子は卵子が母由来、精子が父由来で、母牛にとって免疫的には50%が他個体です。一方、ET産子は母父共に別個体で免疫的に100%他個体です。免疫的に全くの別物を妊娠維持させるために、ET分娩時になかなか産まれない、乳房が張ってこないという事態が起きるとされています。

牛の分娩発来機序（仕組み、メカニズム）を図2に示しました。この中で、①の胎子の下垂体からの副腎皮質ホルモン（ACTH）の分泌が、ET産子では完全異物であるために弱いとされています⁵⁾。さらに、③子宮のオキシトシン感受性が増加して、子宮頸が弛緩（しはん）、⑤子宮からPGF2α（PG=プロスタグランジン）が産生されて、⑥妊娠黄体の退行と⑦子宮収縮（陣痛）が誘発され、⑧胎子が産道へ向かいます。正しい分娩誘発処置とはこの分娩発来機序に沿って、注射薬剤を使用することです。

分娩誘発としてPGのみを注射する獣医師が結構いま

すが、これは決してやってはいけません。適切な手順は次の通りです。まず、発来機序の①に当たるACTHに対応する副腎皮質ホルモン「デキサメタゾン（DEX）」を注射します。これは、母胎が胎子に分娩開始のシグナルを送ることに相当します。ET産子はこのシグナルが弱い場合が多いので、これが最初にやるべき処置です。

次にPGを注射しますが、これはDEX注射後、半日～1日後が良いです。あくまでも、発来機序に従い順々に薬理作用を与えるということで、DEXとPGの混注はやめてください。DEXによるシグナルが出てから初めてPGによる子宮筋収縮に移る、このタイムラグが最も重要です。DEX→PGと処置することで、後産停滞は減少します。最後に、陣痛促進と頸管拡張の目的でエストリオール（E3）を注射します。この時、中にはエストラジオール（E2）を注射する獣医師がいますが、E2は卵胞ホルモンで陣痛や頸管拡張には向いていないため、必ずE3を使用してください。筆者が推奨する分娩誘発プログラムを図2に示します。処置の注意点として、1日目のDEXで10%程度の牛が分娩しますが、これは処置開始時点の胎子の進み具合に比例します。さらに、2日目のPG後12～36時間で多くの分娩が誘発されますが、36時間を過ぎても娩出しない場合は失位（胎子が母体内の正常な位置にいない状態）などの異常が疑われるため、必ず獣医師に診療してもらいます。

農家からよく質問されるのは、誘発をかけるタイミングです。未経産牛であれば、筆者はオンタイム（予定時間通り）か待っても3日間と答えます。経産牛であれば、分娩の進み方を確認し、待っても1週間が限度です。必ず直腸検査をして胎子の位置を確認し、触れないほど奥にあれば、分娩シグナルがない可能性が高いのでその場で注射します。

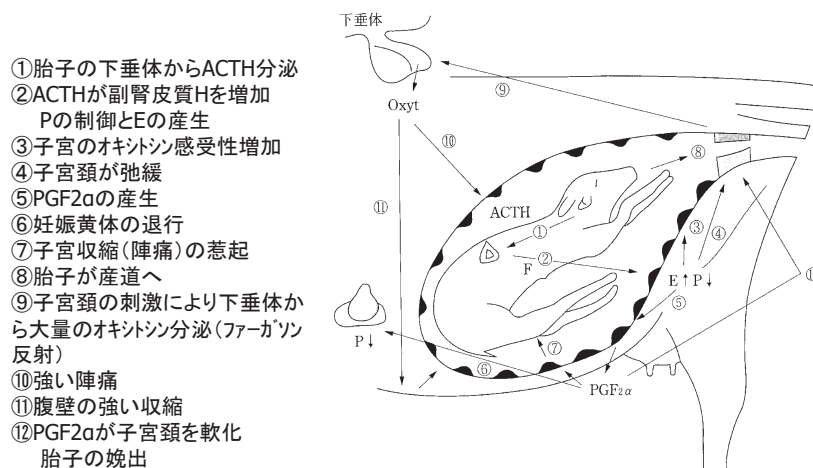
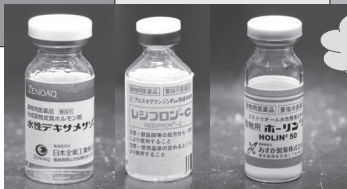


図2 牛の分娩発来機序

1日目	2日目	3日目
水性デキサメゾン 10-20ml 皮下注又は静注 休薬期間有り	PG-A 3-4ml+ エストロール(E3) 10ml 筋注 休薬期間有り	分娩誘発 PG注射後 12〜36時間



36時間で娩出しない場合は、
体位変位等何らかの異常の
可能性あり。
獣医師の処置が必要。

図3 分娩誘発プログラム

農家がよく言う「乳が張っていない」「後産が残る」への答えは、「産めば必ず乳は出る」「取れない後産はない」です。それよりも、高付加価値のET和牛が無事生まれてこそその手技です。母子共に駄目にする事は絶対にやってはいけません。

助産は母牛が座位になるまで待ち、臍帯は自然離断させる

助産時に最も大切なのは、決して慌てて引いてはいけないということです。急いで助産する場面は次の二通りです。一つ目は、逆子の場合で、悠長に待っていると分娩中に臍帯（さいたい）が離断し、子牛が窒息死する恐れがあります。二つ目は、子牛が衰弱して瀕死のときです。産道内の子牛前肢の爪の辺りを強くつまむと、元気な子牛はすぐに肢を引っ込めますが、子牛の反応がないか鈍いときは要注意で、できる限り早く助産すべきです。

正常な分娩兆候が観察されるときは、母牛の陣痛が最大限になるまで待ちます。基本的に分娩は立位で行わず、牛が座位になるまで待ってから助産を始めます。

ここで農家から教わった助産のポイントを二つ示します。まず、座位のままゆっくりと引き出し、頭部が出たら胸部を通過させ、腹部の部分でいったん留め置きます。腹部が圧迫されて、しばらくすると口から羊水を排出します（写真1）。ここが一つ目のポイントです。自然に羊水が排出されたら、子牛を逆さにつるしたり人工呼吸器を使ったりする必要はありません。

子牛の娩出後すぐに臍帯を離断せずに、そのまま横に留め置きます。自力呼吸が開始されたら、臍帯血管の血流が少なくなり細くなったタイミングでゆっくり子牛を離すと、臍帯が自然離断します（写真2）。ここが二つ目のポイントです。血流が細くなったタイミングで臍帯を離断すれば、臍帯炎がほとんどなくなります。これを教えてくれた農家は、ヨードチンキを使



写真1 羊水の排出



写真2 臍帯を自然離断

用していないが問題ないと言います。

このように、あくまで牛が自然と分娩するスタイルを確立することが基本です。立位で無理に引けば、羊水も出ないし、臍帯もすぐに切れてしまいます。分娩は慌てずに助産することが全てです。

初乳中IgG濃度が低ければ、高産歴の凍結初乳を給与

ET和牛の場合、そもそもホルスタインと和牛で初乳成分組成が大きく異なることに注意してください（表）。

両者は、初乳の量に加え、IgG（免疫グロブリンの一種）濃度が異なります。和牛は乳量が少なく、IgG濃度が高いのです。ホルスタインは乳量が多いもののIgG濃度が低いです。ET和牛子牛は初乳摂取量が少ないので、IgGの絶対量が不足します。ホルスタインから生まれるET和牛は最も不利であり、ET和牛子牛ではこの初乳給与上の問題を克服しなければなりません（図4）。

牛は胎盤の構造上免疫グロブリンが通過しないので、IgGを乳汁中から補うことになります。しかも、子牛腸管におけるIgG吸収は特殊なピノサイトーシス（細胞が外部から細胞外液とその中の小さな溶解分子

表 和牛とホルスタインの初乳成分の比較

	和 牛	ホルスタイン
乳量 (kg)	1.3±0.7	9.9±4.5
乳脂肪 (%)	5.1±2.4	6.2±2.4
無脂固形 (%)	19.6±1.8	17.1±2.9
乳タンパク質 (%)	16.7±2.0	13.7±3.4
IgG1 (g/L)	160.1±52.2	73.1±27.9
乳糖 (%)	2.0±0.5	2.4±0.7

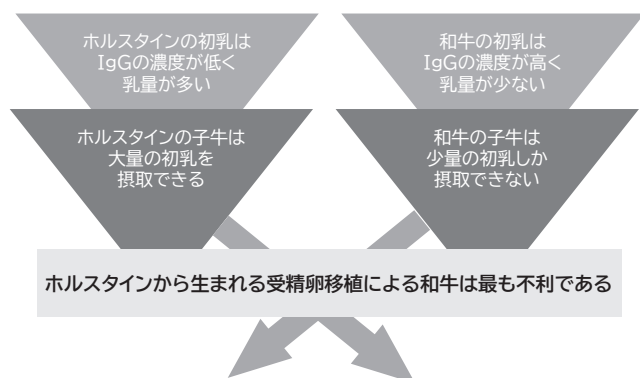


図4 表から読み取れること

〈溶質〉を取り込むプロセス)による直接取り込みに限られ、これが出生後4時間までは機能するものの、時間とともに吸収能力は著しく低下して24時間で消失します。

子牛が十分なIgGを摂取するには、初乳給与のタイミングと摂取量が重要となります。初乳を半日以内に給与することが肝要ですが、初産牛で初乳中IgG濃度が低いと判断される場合は、凍結保存しておいた高産歴牛の初乳を与えるなどの工夫が必要になります。その牧場で長年飼養された牛の免疫獲得量は大きく、牧場の抗病性の見地からでも有効です。

手軽で感染防御に優れた鼻腔内投与生ワクチン

ET和牛は、無事に産まれても、体格が小さく哺乳能力が弱い場合があります。哺育牛の下痢症は、単純性のもの以外に、毒素原性大腸菌、ロタウイルス感染症、コロナウイルス感染症、サルモネラ感染症など多くの感染症によってもたらされます。

予防法として、母牛の分娩前に投与して初乳給与を介して子牛に免疫を与える「牛下痢5混不活化ワクチン(ロタ3価、コロナ、大腸菌K99)」や、初乳免疫製剤「カーフサポート®セリムン®」(日本全薬工業㈱)が効果的です。セリムンは大腸菌5価、コロナ、ロタの免疫抗体を含んでおり、初乳給与時に投与します。

筆者は、新しい呼吸器病鼻腔内投与生ワクチン「TSV-3(牛伝染性鼻腔気管炎、牛パラインフルエンザ

粘膜ワクチン

- 局所免疫の重要性
- インターフェロン及びIgAの産生
- 4日後には感染防御
- 注射型ワクチンとの併用
- IgGを産生、全身性の免疫へ



図5 新しい呼吸器病予防対策

3型、牛RSウイルス感染症)、(株)ゾエティス)」の利用を勧めます。これは、注射ではなく鼻腔内に噴霧するもので、局所免疫を産生する粘膜ワクチンによってインターフェロンおよびIgAを産生して、4日後には感染防御します。出生後すぐに鼻腔内に噴霧する手軽さと、粘膜から感染防御という機序が秀逸です。このワクチンは、市場導入牛への利用も勧められます(図5)。

おわりに

酪農家の和牛ETのポイントとして、新鮮卵移植の重要性から、いかに無事に産ませるか、いかに健康に育てるかを論じましたが、中でも分娩時の事故をいかに低減させるかが勝負といえます。出生後に一度でも体調をこじらせたら、出荷まで順調に発育しません。夏の酷暑と冬の寒さに対してもしっかりと対策し、ET和牛を無事に出荷できることを願ってやみません。

参考文献

- 1) 山本広憲 (2023)「技術概要(生産現場における採卵と移植)」『臨床獣医2023年6月号臨時増刊号牛の受精卵移植』: pp.36-47. 緑書房
- 2) 山本広憲 (2018)「発情同期化処置を中心とした新鮮体外受精卵移植の利用を考える」『臨床獣医2018年6月号臨時増刊号 続・新しい牛の繁殖～受胎率向上のための対応策～』: pp.29-38. 緑書房
- 3) 山本広憲 (2013)「夏期暑熱時繁殖改善対策としての受精卵移植の利用」『臨床獣医2013年9月号』pp.18-23. 緑書房
- 4) (一社)家畜改良事業団家畜バイテクセンター「令和7年度体外受精卵移植受胎状況調査報告書」
- 5) 中央畜産会、酪農ヘルパー全国協会 (2003)『新しい酪農技術の基礎と実際「基礎編」酪農ヘルパー専門技術員必携 第3章繁殖技』: pp.66-68. 農文協