

# 飼養管理から繁殖成績改善を試みる

かわしま ちほ  
川島 千帆

帯広畜産大学 畜産フィールド科学センター

(〒080-8555 北海道帯広市稲田町西2線11番地)

(E-mail: kawasima@obihiro.ac.jp)

## はじめに

乳牛の乳量は、過去数十年間の遺伝的改良の成功や飼養管理技術の発展により飛躍的に増加し、過去40年間で3,500 kg以上も増えている。その一方で繁殖成績は低下して、分娩間隔や空胎日数はともに延長していたが、平成23年度をピークに現在は短縮傾向になってきた。しかし、一般社団法人家畜改良事業団のデータでは、平均産次数は平成に入ってから3産を常に下回り、現在も全国平均で2.6産付近に留まり未だ改善はされていない。

また、公益社団法人北海道酪農検定検査協会のデータでは、除籍理由で最も多いのは初産牛と経産牛ともに繁殖障害となっており、平成15年度および16年度の経産牛を除き、過去15年間以上トップを維持している。この要因の一つとして、分娩後の乳生産に必要なエネルギーに比べて、飼料からの摂取エネルギーが不足する負のエネルギーバランス (NEB) が過度になっていることが挙げられ<sup>1)</sup>、これまでにNEBの程度とその後の受胎に直結する分娩後の卵巣機能回復や子宮修復との関係が報告されて

いる<sup>2-6)</sup>。したがって、乳牛の繁殖成績改善には分娩前後のエネルギー状態を生産現場でリアルタイムに把握しながら、問題のある場合には個々または群単位で対処することや、問題が起きないように季節や給与飼料の変更など時々の状況に合わせた飼育管理の修正を行うことが必要である。

しかし、エネルギーの充足のみを重視した飼養管理では他の栄養素の不足を招き、分娩後の繁殖機能回復を遅らせる場合もある。また、エネルギー状態が安定している泌乳中・後期の牛にも不受胎の問題は多々あり、このような不受胎牛は淘汰されるか受胎しても乾乳期が延長して過肥になりやすく、難産や周産期疾病の発症につながり、飼育管理する側にも負担がかかるため酪農経営を悪化させる要因となる。

本稿では様々な研究報告に基づき、生産現場でできる対策として、分娩後の繁殖機能の早期回復につながる分娩前後のエネルギー状態の改善、エネルギー重視で不足する微量元素の見直し ( $\beta$ -カロテン)、長期不受胎牛への対策 (甘草の給与) の3つについて紹介したい。

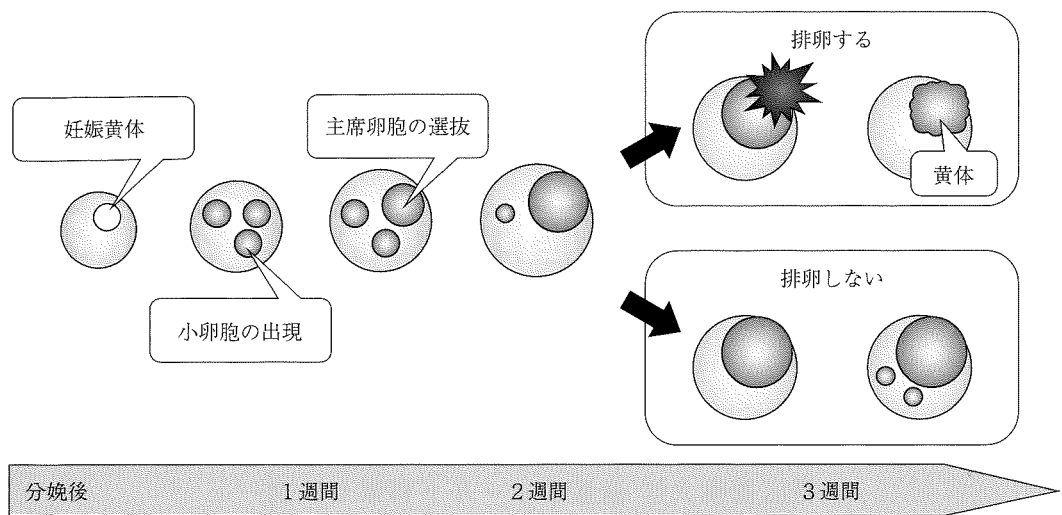
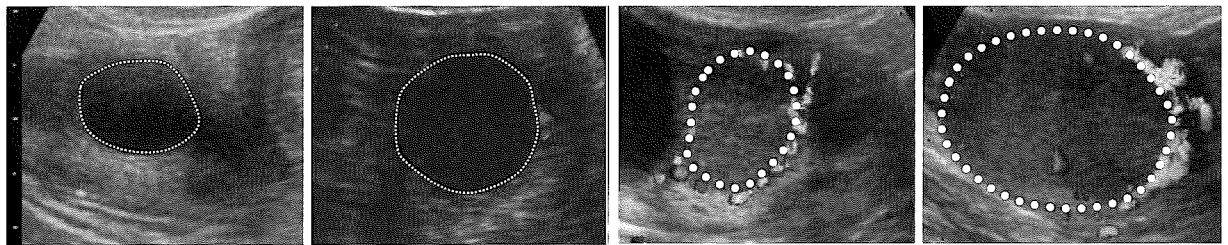
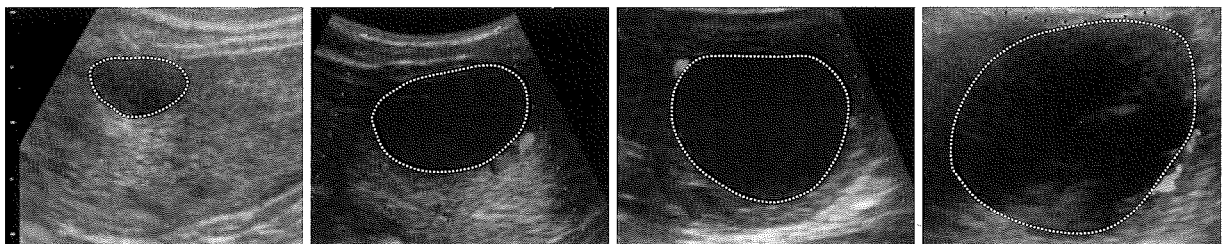


図1 分娩後早期の初回排卵の模式図

分娩後早期に初回排卵した牛



分娩後早期に初回排卵しなかった牛



分娩後7日

14日

17日

21日

図2 超音波画像診断装置で観察した分娩後の卵巣の状態(Kawashima *et al.*, 2007 改訂)

○: 卵胞, ∴: 黄体, 卵胞と黄体周囲の点は秒速2mm以上の血流

## 分娩後の繁殖機能の早期回復につながる分娩前後のエネルギー状態の改善

乾乳期は乳腺細胞の退行や更新, 初乳分泌の準備, 胎子成長のためのエネルギーを必要とする一方で, 妊娠期の最後の1カ月間で胎子の体重は約2倍に成長するため, 物理的に消化管が圧迫されて採食量は

減少する。胎子の栄養源は主にアミノ酸とグルコースであるが, アミノ酸が能動輸送であることに対し, グルコースは促進拡散であり母体の血中濃度に依存して取り込まれる<sup>7)</sup>。したがって, 摂取したエネルギーをより効率的に胎子成長に利用できるように同化から異化代謝に変化する。この現象は乳牛のみならずヒトも含む哺乳類全般に起こることであるが, 育種改良の進んだ高泌乳牛では, 乳生産に必要なエ

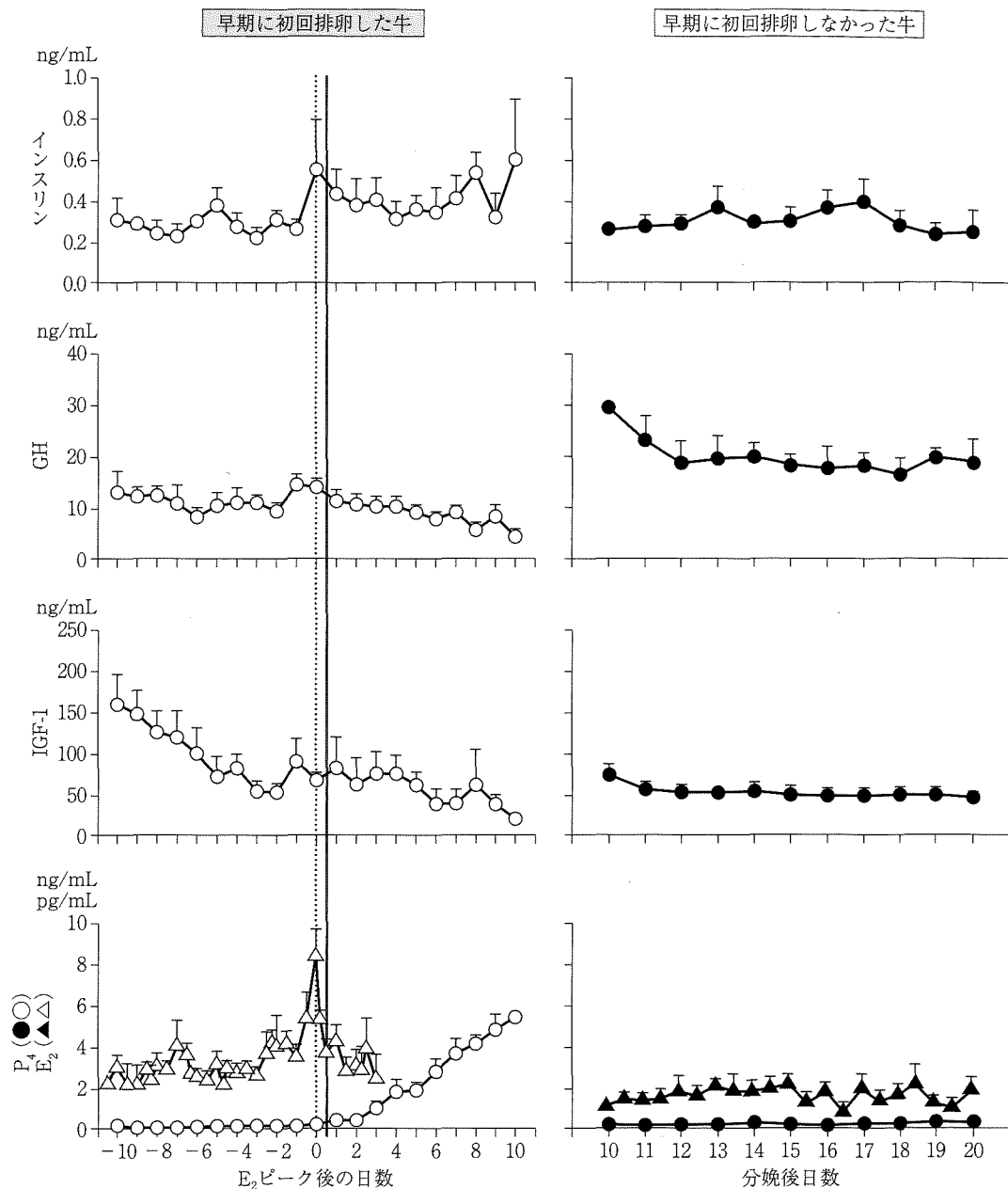


図3 分娩後早期に初回排卵した牛(左)と早期に排卵しなかった牛(右)の生殖・代謝ホルモンの血中濃度推移(Kawashima *et al.*, 2007 改訂)

左図：点線はE<sub>2</sub>ピーク，実線はLHサージ確認日

P<sub>4</sub>：プロジェステロン，E<sub>2</sub>：エストラジオール，IGF-1：インスリン様成長因子-I，

GH：成長ホルモン

エネルギーが非常に大きく、摂取エネルギーでは賄えずにNEBがより過度になり、且つ分娩後も異化代謝が継続するという問題を抱えている。また、これらの生理的变化に加えて、牛舎間の移動や牛のステージに合わせた飼料の変更が行われ、牛ヤルメンへのストレスになる。

このような分娩後のNEB下における卵巢動態の模式図を図1に示した。多くの牛では分娩後5日前後から卵胞波が出現し、主席卵胞が選抜される<sup>8,9)</sup>。約半数の牛ではこの主席卵胞が排卵するため、分娩後3週間以内に初回排卵を迎えることになるが(以下、分娩後早期の初回排卵)、残りの牛は排卵せず

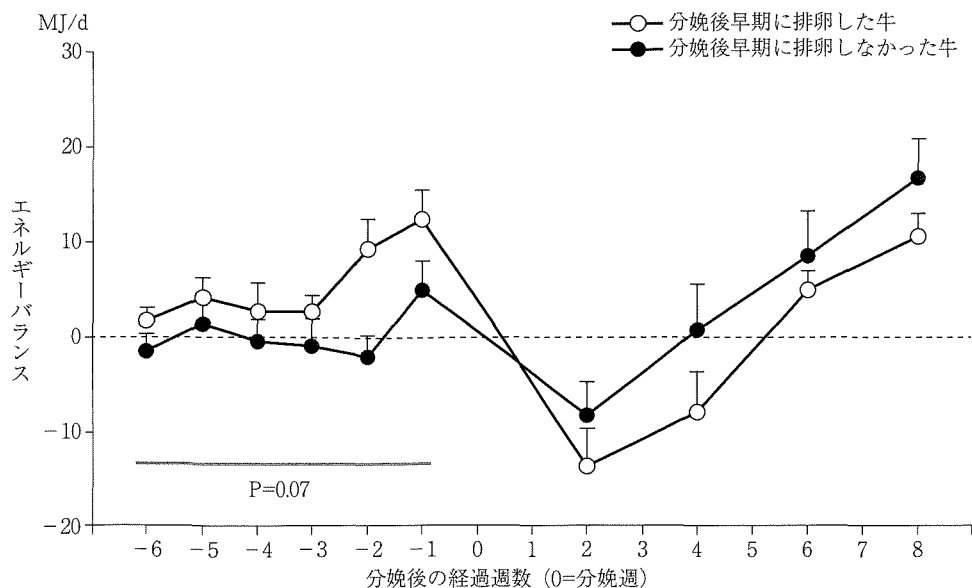


図4 分娩後早期の初回排卵の有無に関する分娩前後のエネルギーバランスの推移 (Castro *et al.*, 2012 改訂)

に閉鎖または嚢腫化する<sup>3,10)</sup>。この主席卵胞が発育していく過程は排卵の有無に関わらず形態的には同様であり、どちらもしっかりと血液が供給されていることが確認される<sup>11)</sup>(図2)。また、FSHはエネルギー状態に左右されずに分泌されるとされており、排卵の有無による分泌の違いはない<sup>12)</sup>。この主席卵胞の分娩後早期の初回排卵の有無を左右する因子は、LHやエストラジオールなどの生殖ホルモンとインスリン様成長因子-I (IGF-1) やインスリンなどの代謝ホルモンの分泌状態の違いである<sup>1, 11, 13)</sup>(図3)。

分娩後早期に初回排卵が起きた牛は、早期に初回排卵が起こらなかった牛より、分娩後の正常な卵巢周期の回復や受胎が早い<sup>14,15)</sup>。したがって、分娩後早期に初回排卵が起こるような飼育管理をすることにより、繁殖成績の改善が見込める。このエネルギー状態の違いが生まれる要因には、①採食量の違い、②糖新生や代謝ホルモンなどの生理的機能の違い、の2つが考えられる。Castroら(2012)は乾乳期から泌乳初期のエネルギーバランスと肝臓における糖新生に関わる酵素および代謝ホルモン受容体の遺伝子発現について調べ、分娩後早期に初回排卵が起きた

牛では、早期に初回排卵しなかった牛に比べて、肝臓における糖新生に関わる酵素や代謝ホルモン受容体の遺伝子発現に差はないが、乾乳前期から分娩までの間にエネルギーバランスが常に正の値で高く推移する傾向であったことを報告している<sup>16)</sup>(図4)。つまり、同じ飼育管理下でも乾乳期の採食量が多い牛では分娩後早期の初回排卵が起きるといことになる。

一方、分娩後の子宮修復について、多くの牛では分娩後の子宮は細菌汚染されているが<sup>17)</sup>、子宮の収縮に伴い排泄され、分娩後45~50日に完全に修復するといわれている<sup>18)</sup>。この修復過程が正常に進まない牛は、子宮内膜炎を発症する可能性が高く、子宮内膜炎を発症したものは膿性排泄物の有無により診断、治療される<sup>19)</sup>。近年では潜在的な子宮内膜炎を細胞診などで診断することが行われるようになったことから、潜在性子宮内膜炎は今後積極的に治療される機会が増えると考えられる。しかし、子宮内膜炎に罹患していない牛(潜在性の牛は含まれるかもしれないが)では全て順調に修復過程を辿るのかどうかはわからない。また、順調に子宮修復する牛に栄養的条件が係っているならば、飼育管理の改善に

より罹患牛を減らせるかもしれない。そこで生産現場で簡単に子宮修復状態を確認する手法の1つであるメトリチェックを用いて、子宮修復パターンと卵巣機能および受胎成績との関連性、ならびに分娩後のエネルギーや栄養代謝状態との関係を調査した<sup>20)</sup>。

子宮修復パターンは、既報<sup>21)</sup>に基づいて分娩後2～6週に週1回メトリチェックスコア(スコア1:透明または半透明の粘液, スコア2:白濁した膿が斑点状に混入した粘液, スコア3:白濁した膿の混入が50%未満, スコア4:白濁した膿の混入が50%以上, スコア5:スコア4に悪臭を伴う粘液)を調べ、次の4パターンに区分した。I型:5週と6週に続けてスコア1を示した牛, II型:一旦スコア1を示したが、6週に再度スコア2以上になった牛, III型:6週に初めてスコア1を示した牛, IV型:6週までずっとスコア2以上であった牛。そして、I型を最も順調に修復したと考え、I型とそれ以外の型についてデータを比較した。

その結果、分娩後1カ月以内の卵巣周期の回復割合はI型の78%に対し、IV型は0%、II型は40%と低く、黄体期が10日間未満の短い卵巣周期や黄体期が20日間以上の長い卵巣周期などの初回卵巣周期の異常率はI型の17%に対し、III型で60%と高かった。また、150日以内の受胎率は、I型(88%)がそれ以外のII～IV型(53%)よりも高かった。栄養代謝状態の比較では、I型に比べてII型は高い血中尿素態窒素(BUN)濃度、III型とIV型は高いγ-グルタミルトランスフェラーゼ(GGT)値と低いアルブミン濃度を示した。つまり子宮修復が遅い牛のうち、II型のように一旦膣への膿の排泄が止まるような牛ではルーメンでの分解性タンパク質の利用効率が悪く、IIIやIV型のように膣への膿の排泄がダラダラと続くような牛は肝機能障害であることが考えられた。そして、血中GGT値は慢性的な肝機能障害を示す指標であるため、肝機能障害は分娩前から起きており、飼料の品質や分娩の度に繰り返される急激な体脂肪動員により脂肪肝が一因なのではないかと推察された。

以上より、分娩後の適当な時期の受胎に繋がる分娩後の繁殖機能の早期回復に対して、生産現場では飼料の質を確認しつつ、過肥や採食不足のコントロールも含めた飼育管理が重要になってくる。中期的且つ総合的な栄養状態の把握にはボディコンディションスコア(BCS)が有効であるが、日々の採食状況把握にはルーメンフィルスコア(RFS)が適している。RFSとは左側の膣部の凹み具合により、採食不十分の「1」から採食十分の「5」までの5段階で評価し、過去12時間以内の採食状況を診断する方法で<sup>22)</sup>、採食量との関連性も報告されている<sup>23)</sup>。搾乳牛ではRFSのスコア3～4、乾乳牛ではスコア4～5が良いとされているが、分娩前、特に分娩前1週間以内になるとどんな牛でも胎子等による物理的圧迫により採食量が低下する。しかし、分娩前3週間からRFSが低下した場合は分娩後に卵巣静止などの不受胎につながる卵巣活動の異常<sup>24)</sup>が確認され、初回授精の受胎率が低くなる可能性がある<sup>25)</sup>。このように分娩前のRFSをモニタリングしながら採食量低下を防止することで、繁殖成績の改善につながると考えられる。

このRFS測定の注意点は給餌前に測定することである。採食中やその直後だとルーメンの運動により膣部が膨らみ、正確に把握することが困難となる。当該の調査では給餌の2時間前にRFSを測定した。乾乳牛は1日1回乾乳牛用TMRを制限給餌されており、それ以外は乾草を飽食できるように飼育されていた。したがってこの場合のRFSは各牛の採食意欲を示している。採食意欲に影響を与えた要因の特定は難しいが、潜在的に牛が食えるかどうかを判断するためにRFSを用いる場合は、TMRを飽食させている泌乳期よりも制限されている乾乳期が適切である。

また、採食量が低下する要因には、飼料(特に粗飼料)の品質低下や牛床数だけでなくバンクスペース(飼槽幅)も含めた飼育スペースの過密が考えられる。カビの発生などの明らかな飼料の変敗のみならず、その飼料を栽培した圃場が変わった時には、草

種の違いやマメ科率が影響する可能性があり、サイレージではサイロが切り替わった時や大きなサイロでは同じサイロでも水分の増減が度々起こることに留意し、給与不足にならないように、また窒素と炭水化物のバランスが崩れないように気を配るべきである。飼育スペースの過密では、必ず競争が起こるため飼槽に行く回数や採食時間が減少して、結果として採食量が減少する<sup>26)</sup>。このような状況下では、採食時以外の起立時間が増加する<sup>26)</sup>。乾乳期間の起立時間、特に前肢のみ牛床に乗せて立つパーチングの長さは泌乳期の蹄病につながることも報告されている<sup>27)</sup>。パーチング姿勢は牛床の長さが短いことやネックレールが低い場合等の他の要因でも見られるが、これまでに見られなかった場合には過密かどうかを疑うべきである。乾乳牛における理想のバンクスペースである80~100 cmが確保されていることを確認し、不足している場合には簡易的な飼槽を増やすべきである。すでに採食量が減少した場合の対処としては、1日500 mLのグリセリンを1週間前後給与することが有効な手段であると考えられる。この程度のグリセリンは健康な牛に給与しても問題ないため、予防として分娩予定前3~2週に全頭給与するのも1つの手段であろう。

## エネルギー重視で不足する微量要素の見直し(β-カロテン)

高泌乳牛にとってエネルギーの充足はとても重要であるが、エネルギーを重視すると不足するものもある。その一つがβ-カロテンである。β-カロテンはカロテノイドと呼ばれる色素の一つで、β-カロテン・ジオキシゲナーゼという酵素の働きによって、ビタミンA(レチナール)に変換されることから、プロビタミンAと呼ばれることもある。その役割の多くはビタミンAと同様で<sup>28, 29)</sup>、粘膜保護、免疫機能向上、抗酸化などの作用がある。作用は似ていてもβ-カロテンは植物由来の物質、ビタミンAは動物由来の物質であるため、牛のような草食動物にとってはビタミンAではなくβ-カロテンを摂取する方

が自然である。

また、本来の牛の餌には多くのβ-カロテンが含まれている。日本標準飼料成分表(2009および2001)<sup>30)</sup>では、生草であれば、乾物1 kg中にイネ科牧草には約200 mg含まれていると示されている。しかしβ-カロテンは光に弱いので、サイレージになると乾物1 kg中に100 mg程度と低下し、乾草では乾物1 kg中に20 mg程度となる。トウモロコシではサイレージで乾物1 kg中に約40 mgとさらに低く、濃厚飼料中にはほとんど含まれない。加えて牛では、β-カロテンを小腸の上皮細胞でビタミンAに変換して吸収する他に、β-カロテンの形態のまま吸収して体内に蓄積できるが、同じ反芻家畜のヤギやヒツジはβ-カロテンのまま吸収できない<sup>31)</sup>。さらに牛では体内輸送も特異的で、β-カロテンは主に高密度リポタンパク(HDL)で輸送されるため<sup>32, 33)</sup>、卵胞の顆粒層細胞に入ることができ、そこでビタミンAに変換されエストロジオール産生を促進させる<sup>34, 35)</sup>。牛ではこのような特徴や作用があるため、β-カロテンは古くから繁殖機能に効果があると言われており、多くの研究報告がある。しかしその研究のほとんどは20~30年前に行われており、濃厚飼料やトウモロコシサイレージを多給されている現在の乳牛では、β-カロテン不足がより深刻であると考えられる。

そこで、分娩後早期の初回排卵の有無に関する分娩前後の血中β-カロテン濃度の推移を調査した<sup>36)</sup>。この調査対象牛は舎飼いされ、飼料にはグラスサイレージとコーンサイレージに乾乳牛用の配合飼料を混合したものが与えられていた。その結果、血中β-カロテン濃度は分娩後の初回排卵の遅い牛では、分娩前3週間ですでに分娩後と同じレベルの低値を示していた(図5)。このβ-カロテンの変化は負のエネルギーバランスに似ている。前述したようにβ-カロテンはほぼ牧草由来と考えられるため、初回排卵が遅い牛は早い牛に比べて、分娩前に採食量が低下していた、もしくは体内のどこかでβ-カロテン(ビタミンA)が消費されていたことが推察され、採食量低下によるエネルギー不足や炎症等により分娩

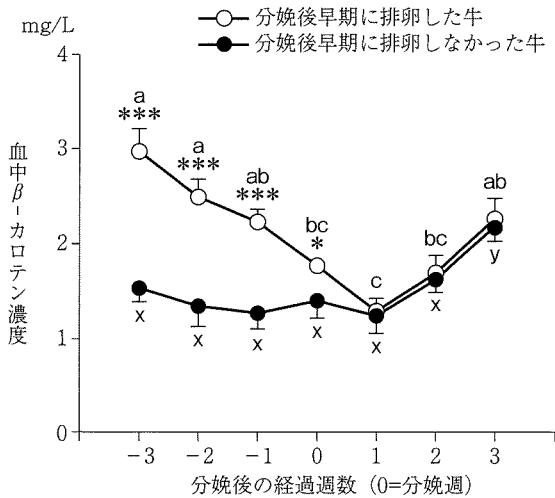


図5 分娩後早期の初回排卵の有無に関する分娩前後の血中β-カロテン濃度 (Kawashima *et al.*, 2009 改訂)  
\* :  $P < 0.05$ , \*\*\* :  $P < 0.001$   
a, b, c : 分娩後早期に排卵した牛群内で有意差あり ( $P < 0.05$ )  
x, y : 分娩後早期に排卵しなかった牛群内で有意差あり ( $P < 0.05$ )

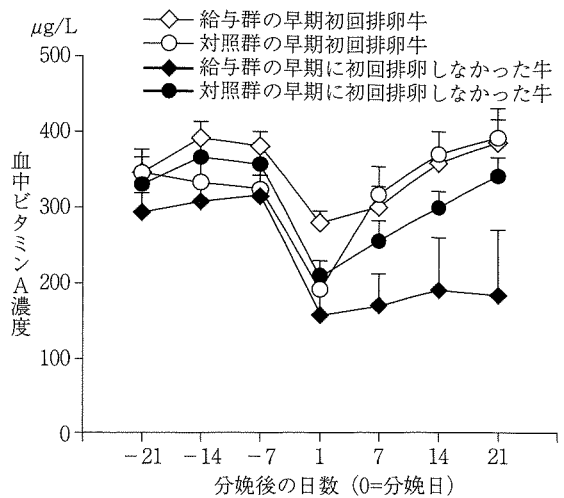


図6 分娩前のβ-カロテン給与の有無別にみた分娩後早期に初回排卵した牛と排卵しなかった牛の血中ビタミンA濃度 (Kawashima *et al.*, 2010 改訂)  
給与群の早期に初回排卵した牛と早期に初回排卵しなかった牛との間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

後早期の初回排卵が起きなかった可能性が考えられた。そこで、血中β-カロテン濃度が低かった事実に基づき、分娩前にβ-カロテンを給与し分娩後の初回排卵への影響を調査した<sup>37)</sup>。この実験でのβ-カロテン給与量は乾乳牛が放牧草を飽食した場合に摂取すると想定される2,000 mg/日とした(乾物摂取量: 10 kg/日, イネ科牧草のβ-カロテン含量: 乾物中200 mg/kg)。つまり、自然条件下でありえる最大量に近い量である。その結果、分娩後早期に初回排卵が起きた牛の割合は、β-カロテンを給与しなかった対照群では29% (4/14頭)、β-カロテン給与群では75% (9/12頭)であった。また、β-カロテンを給与しても排卵しなかった牛は、血中ビタミンA濃度が低かったため(図6)、臨床症状は何も認められなかったが、体内のどこかで炎症が起こっておりβ-カロテン(ビタミンA)が消費される状態であった可能性が考えられた。

一方、対照群で分娩後早期に初回排卵しなかった牛は、慢性的な肝機能障害を示す血液中のGGT値が高かった(図7)。しかし、β-カロテンを給与す

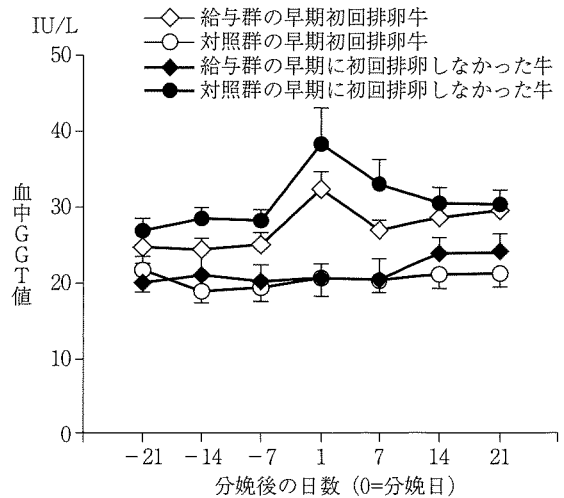


図7 分娩前のβ-カロテン給与の有無別にみた分娩後早期に初回排卵した牛と排卵しなかった牛の血中GGT値 (Kawashima *et al.*, 2010 改訂)  
給与群の早期に初回排卵した牛と対照群の早期に初回排卵した牛 ( $P < 0.05$ ), および対照群の早期に初回排卵した牛と対照群の早期に排卵しなかった牛 ( $P < 0.01$ )との間に有意差あり

ると同程度の肝機能障害を示す牛でも分娩後早期の初回排卵が確認された。筆者らの研究で、乾乳後期から泌乳初期にかけての移行期にエネルギー状態が良くても、それ以前(乾乳前期)から高い血中GGT値を示す慢性的な肝機能障害が疑われる牛では、分娩後の卵巣機能回復が遅れることが明らかとなっている<sup>15)</sup>。したがって、給与飼料中の $\beta$ -カロテン含量が低い時だけでなく、肝機能障害が疑われる牛にも $\beta$ -カロテン給与は有用である。

## 長期不受胎牛への対策(甘草の給与)

分娩後の繁殖機能の回復遅延だけが受胎率を低下させる要因ではない。栄養状態が安定している泌乳中・後期の牛にも不受胎牛がおり、空胎日数延長や繁殖障害による淘汰数増加の足枷となっている。このような牛については一般的にホルモン製剤による処置が行われるが、飼育管理者が実施できる対策や牛本来の繁殖性を改善させる対策も必要である。その1つの手段として、ここでは甘草を紹介する。

甘草はマメ科カンゾウ属の多年生植物であり、ヒトにおいては生薬や甘味料として利用されており、家畜のA飼料(動物性蛋白質・油脂を含まないように製造された飼料)として認められている。生薬としての効能には、鎮痛、抗炎症作用、肝機能及び免疫機能の向上、緩和作用、止渴作用があるといわれている<sup>38)</sup>。甘草の主成分であるグリチルリチンは、スクロースの30~50倍の甘みを持ち、体内でグリチルリチン酸に変化して肝機能を高め、身体に有毒なものを無毒化する作用を助けるため、肝機能改善に高い効果がある<sup>38)</sup>。近年、家畜への利用も始められ、豚ではサイトカインの抑制などの免疫機能や受胎率の向上も確認されている<sup>39)</sup>。

肉牛においては、現場レベルで発情や受胎率の向上が報告されている<sup>40)</sup>。しかし乳牛に対する研究報告はほとんどなく、また繁殖成績への効果もマメ科植物特有のエストロゲン様作用の可能性もある。そこで甘草の卵巣機能への効果を明らかにするため、

ホルモン処置を行って排卵を同期化し正常な卵巣周期を営む泌乳中・後期の牛に、甘草給与を排卵後14日間行い、卵巣動態や血中プロジェステロンおよびエストラジオール濃度ならびに排卵前の卵胞液中のこれらのホルモン濃度を調査した。甘草給与量は、ヒトで推奨されている体重1kgあたり0.05gとし、粉末状では給与しにくく確実に摂取したか確認できないため、同量の水で団子状にして与えた。その結果、処置を行った卵巣周期における黄体サイズや卵胞サイズ、血中プロジェステロンおよびエストラジオール濃度に甘草給与の影響はみられなかったが、排卵前の排卵卵胞の卵胞液中エストラジオール/プロジェステロン比が高くなった。つまり、甘草は直接血中のエストラジオール濃度を高めるのではなく、卵胞でのエストラジオール産生を促進させる働きがある可能性が示された。

排卵卵胞のエストラジオール産生のみ促進したことを踏まえ、2回以上授精したが受胎しなかった牛について、PGF<sub>2 $\alpha$</sub> 製剤投与から3日後の授精実施までの4日間に給与期間を短縮して受胎への効果を検証した。この実験は今も進行中であるが、妊娠診断を行った給与牛17頭中、受胎した牛は8頭(47%)であり、対照のホルモン処置のみで非給与の牛15頭中、受胎した牛は3頭(20%)である。まだ例数を重ねる必要はあるが、このホルモン処置と甘草4日間給与のプログラムで長期不受胎牛の受胎率を改善できる可能性が示唆された。

本稿では、繁殖成績改善に向けて生産現場で取り組める対策として、分娩前のエネルギー状態や $\beta$ -カロテンの再認識、長期不受胎牛に対する甘草給与プログラムについて紹介した。始めてみると、どれもそれほど大変さも難しさもない方法である。本稿を読み、その農家の繁殖成績低下の要因に合致する部分があれば、これらの一部でも実施し生産現場へ役立てて頂けると幸いである。

## 参考文献

1) Beam SW, Butler WR : Effects of energy



balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows, *J Reprod Fertil, Suppl* 54, 411-424(1999)

2) Senatore EM, Butler WR, Oltenacu PA : Relationship between energy balance and postpartum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows, *Anim Sci*, 62, 17-23(1996)

3) Darwash AO, Lamming GE, Woolliams JA : The phenotypic association between the interval to post-partum ovulation and traditional measures of fertility in dairy cattle, *Anim Sci*, 65, 9-16(1997)

4) Barlund CS, Carruthers TD, Waldner CL *et al.* : A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle, *Theriogenology*, 69, 714-723(2008)

5) Lucy MC : Reproductive loss in high-producing dairy cattle : where will it end?, *J Dairy Sci*, 84, 1277-1293(2001)

6) Wathes DC, Cheng Z, Chowdhury W *et al.* : Negative energy balance alters global gene expression and immune responses in the uterus of postpartum dairy cows, *Physiol Genomics*, 39, 1-13(2009)

7) 西田武弘 : 胎子の栄養と成長, *子牛の科学*, 家畜感染症学会編, 31-33, チクサン出版社, 東京(2009)

8) Savio JD, Boland MP, Hynes N *et al.* : Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows, *J Reprod Fertil*, 88, 569-579(1990)

9) Savio JD, Boland MP, Roche JF : Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows, *J Reprod Fertil*, 88, 581-591(1990)

10) Lucy MC, Staples CR, Thatcher WW *et al.* : Influence of diet composition, dry matter intake, milk production and fertility in dairy cows, *Anim Prod*, 54, 323-331(1992)

11) Kawashima C, Fukihara S, Maeda M *et al.* :

Relationship between metabolic hormones and ovulation of dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows, *Reproduction*, 133, 155-163(2007)

12) Beam SW, Butler WR : Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid, *J Dairy Sci*, 81, 121-131(1998)

13) Butler WR : Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle, *Anim Reprod Sci*, 60-61, 449-457(2000)

14) Kawashima C, Kaneko E, Amaya Montoya C *et al.* : Relationship between the first ovulation within three weeks postpartum and subsequent ovarian cycles and fertility in high producing dairy cows, *J Reprod Dev*, 52, 479-486(2006)

15) Kawashima C, Ito N, Nagashima S *et al.* : Influence of hepatic load from far-off dry period to early postpartum period on the first postpartum ovulation and accompanying subsequent fertility in dairy cows, *J Reprod Dev*, 62, 289-295(2016)

16) Castro N, Kawashima C, van Dorland HA *et al.* : Metabolic and energy status during the dry period is crucial for the resumption of ovarian activity postpartum in dairy cows, *J Dairy Sci*, 95, 5804-5812(2012)

17) Sheldon IM, Williams EJ, Miller AN *et al.* : Uterine diseases in cattle after parturition, *Vet J*, 176, 115-121(2008)

18) Senger PL : The puerperium & lactation, In : *Pathways to pregnancy and parturition*, 3rd ed, 314-323, Current Conceptions, Inc, Oregon(2012)

19) 大澤健司 : ウシ子宮内膜炎を再考する, *家畜診療*, 63, 709-719(2016)

20) Kawashima C, Suwanai M, Honda T *et al.* : Vaginal discharge evaluated by Metricheck is related to metabolic status and subsequent reproductive performance in postpartum dairy

cow, 8th ICFAE, abstract 71(2015)

21) Sheldon IM, Lewis GS, LeBlanc S *et al.* : Defining postpartum uterine disease in cattle, *Theriogenology*, 65, 1516-1530(2006)

22) Hulsen J : COW SIGNALS, 中田健訳, 60-61, デーリイマン社, 北海道(2008)

23) Burfeind O, Sepulveda P, von Keyserlingk MA *et al.* : Technical note : Evaluation of a scoring system for rumen fill in dairy cows, *J Dairy Sci*, 93, 3635-3640(2010)

24) Ranasinghe RM, Nakao T, Yamada K *et al.* : Characteristics of prolonged luteal phase identified by milk progesterone concentrations and its effects on reproductive performance in Holstein cows, *J Dairy Sci*, 94, 116-127(2011)

25) Kawashima C, Karaki C, Munakata M *et al.* : Association of rumen fill score and energy status during the close-up dry period with conception at first artificial insemination in dairy cows, *Anim Sci J*, 87, 1218-1224(2016)

26) Proudfoot KL, Veira DM, Weary DM *et al.* : Competition at the feed bunk changes the feeding, standing, and social behavior of transition dairy cows, *J Dairy Sci*, 92, 3116-3123(2009)

27) Proudfoot KL, Weary DM, von Keyserlingk MA : Behavior during transition differs for cows diagnosed with claw horn lesions in mid lactation, *J Dairy Sci*, 93, 3970-3978(2010)

28) Chew BP, Hollen LL, Hillers JK *et al.* : Relationship between vitamin A and beta-carotene in blood plasma and milk and mastitis in Holsteins, *J Dairy Sci*, 65, 2111-2118(1982)

29) Michal JJ, Heirman LR, Wong TS *et al.* : Modulatory effects of dietary beta-carotene on blood and mammary leukocyte function in periparturient dairy cows, *J Dairy Sci*, 77, 1408-1421(1994)

30) 日本標準飼料成分表(2009年版)・(2001年版),

農業・食品産業技術総合研究機構編, 中央畜産会, 東京(2009・2001)

31) 三屋守, 高市真一, 富田純史 : カロテノイド—その多様性と生理活性—, 高市真一編, 67-109, 裳華房, 東京(2006)

32) Ashes JR, Burley RW, Davenport JB *et al.* : Effects of dietary supplements of protected lipids on the concentration and transport of beta-carotene and cholesterol in bovine blood and milk : unusual chromatographic behaviour of the high-density lipoprotein with high levels of beta-carotene, *J Dairy Res*, 49, 39-49(1982)

33) Ashes JR, Burley RW, Sidhu GS *et al.* : Effect of particle size and lipid composition of bovine blood high density lipoprotein on its function as a carrier of beta-carotene, *Biochim Biophys Acta*, 797, 171-177(1984)

34) Schweigert FJ, Rambeck WA, Zucker H : Beta-carotene and vitamin A in the follicular development of the bovine species, Roche JF and O'Callaghan D eds, In : *Follicular Growth and Ovulation Rate in Farm Animals*, 55-62, Springer Netherlands, Heidelberg(1987)

35) Schweigert FJ, Zucker H : Concentrations of vitamin A, beta-carotene and vitamin E in individual bovine follicles of different quality, *J Reprod Fertil*, 82, 575-579(1988)

36) Kawashima C, Kida K, Schweigert FJ *et al.* : Relationship between plasma beta-carotene concentrations during the peripartum period and ovulation in the first follicular wave postpartum in dairy cows, *Anim Reprod Sci*, 111, 105-111(2009)

37) Kawashima C, Nagashima S, Sawada K *et al.* : Effect of beta-carotene supply during close-up dry period on the onset of first postpartum luteal activity in dairy cows, *Reprod Domest Anim*, 45, e282-287(2010)

38) 藤川明男 : 甘草・グリチルリチン酸, 3-5・

8-13, 株式会社健全社, 大阪(1998)

39) Katayama M, Fukuda T, Okamura T *et al.* :  
Effect of dietary addition of seaweed and licorice  
on the immune performance of pigs, Anim Sci J,

82, 274-281(2011)

40) ㈱田村薬草農場グループ, 特開2002-328967号  
公報(2001.9.1)

## 第22回 日本乳房炎研究会 シンポジウム・学術集会・総会

■ 日 時 : 平成29年10月6日(金) 9:40~17:00 (9:00受付開始)

■ 場 所 : 国立科学博物館 (東京都台東区上野公園7-20)

■ プログラム :

- 学術研究/公募演題 口頭・ポスター発表 (9:45~12:00)
- 共催セミナー/共立製薬株式会社協賛 (12:00~12:40)  
「乳房炎ワクチンの効果」 江口佳子(共立製薬株式会社)
- シンポジウム 『乳腺免疫の最新知見と乳房炎防除』 (13:15~16:30)

基調講演: 乳腺免疫のユニーク性と乳房炎予防に向けた新概念の構築

野地智法 (東北大学大学院農学研究科)

講 演 1: 乳房炎防除のための自然免疫機能の利用 磯部直樹(広島大学大学院生物圏科学研究科)

講 演 2: 乳房炎由来菌のバイオフィルム形成能と慢性乳房炎との関係

山下祐輔(北海道中央農業共済組合)

総合討論: 乳腺免疫で乳房炎はどこまで防除できるのか?

- 総会, 熊本震災支援事業報告 (16:35~16:50)
- 日本乳房炎研究会高居百合子学術賞授与式
- 情報交換会 (17:45~20:00)

■ 参加費 : 会員3,000円, 一般5,000円, 学生1,000円

■ 情報交換会 : 会費4,500円(JR上野駅 入谷口 ラ・ココリコにて立食)

■ 問い合わせ先 : 日本乳房炎研究会事務局

〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468-1

東北大学大学院農学研究科内

事務局長: 林 智人(農研機構・動物衛生研究部門)

E-mail: nipponmastitis@ml.affrc.go.jp

URL: <http://www.agri.tohoku.ac.jp/keitai/nyubou/index-j.html>