

機能性サプリメントを活用した栄養管理の高度化による 高泌乳牛の繁殖性改善技術の開発

(独)農研機構 畜産草地研究所
平子 誠

1. はじめに

家畜の繁殖は畜産農家の経営を左右する極めて重要な問題である。にもかかわらず、牛の初回人工授精受胎率は過去20年間低下し続けている。特に乳用経産牛の低下が顕著で、現在は40%程度まで落ち込んでおり、結果的に分娩間隔も延長し、乳牛の繁殖性低下が酪農業の収益圧迫の一因となっている。このような状況の下、世界的な穀物需要の増大による飼料価格の高騰とも相まって、生産性の向上は今まで以上に重要な課題となっている。

本研究では、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の一環として、乳牛の繁殖性改善を目指して取り組んでいる標記課題の内容について紹介する。なお、本課題の成果は未公表なものが多いため、本稿には課題の背景と研究内容しか記載できないが、講演ではこれまでの成果を含めて紹介したい。

2. 牛の繁殖性低下要因

動物の繁殖性は健康状態と密接に関係している。牛は反芻とルーメン発酵により難消化性の繊維質を栄養源として利用しており、牛の健康維持にはルーメン発酵の安定的な制御が重要である。ルーメンの微生物叢は、発酵の遅い粗飼料の消化に適しており、発酵の速い濃厚飼料を多給すると異常を来し、様々な疾病の原因となる。つまり、摂取する栄養素のバランスが崩れると、牛は不健康となり、繁殖性も低下する。

近年の乳牛は泌乳能力が飛躍的に向上しており、その能力を最大限に発揮させるには十分な栄養補給が不可欠で、栄養価の高い濃厚飼料を多量に給与する必要がある。しかし、牛が濃厚飼料を食い込める量には制約があり、乳量の多い泌乳初期～最盛期には栄養不足に陥り、体に蓄積した脂肪などの養分を動員して乳生産を賄っている。本来草食の牛は、栄養の過不足に弱く、変化が急激だったり、不足期間が長引いたりすると、様々な障害が生じる。エネルギー不足に由来する繁殖性低下については多くの研究蓄積があり、その因果関係をまとめると、中枢性の生理的な生殖機能抑制と肝機能や免疫機能の低下に伴う病的な生殖機能異常という主に2つの経路が想定される。

乳牛は泌乳量の増加に伴い、体内の酸化ストレスが増大する。乳生産に必要なエネルギーを確保するため、代謝が活発化することにより、活性酸素やフリーラジカルなどの産生量が増加する。また、乳生産や恒常性の維持には十分な蛋白源の給与が必要だが、余剰な蛋白質は肝臓や腎臓などの代謝器官にとって負担となり、酸化ストレスを増大させる。さらに、以下で述べるエンドトキシンの解毒過程でも酸化ストレスが発生する。結果的に、高泌乳牛は、卵巣や子宮などの生殖器官も含め強い酸化ストレスに曝されることになる。酸化ストレスの軽減・解消は乳牛の健康維持に直結しており、繁殖性向上の観点からも極めて重要な問題である。

反芻動物のルーメンにはエンドトキシンの発生源となるグラム陰性菌が多く常在している。繊維質を

主体とする適切な飼料を給与すれば、ルーメン環境の恒常性が保たれ、エンドトキシンの産生は低く抑えられる。しかし、泌乳に必要なエネルギーを補うため穀類など発酵しやすい飼料を多量に給与すると、乳酸産生グラム陽性菌が増加し、ルーメン液のpHが低下するため、グラム陰性菌が死滅して遊離するエンドトキシンの量が増加する。ルーメンで生じたエンドトキシンは血中に移行して直接、あるいは腫瘍壊死因子等の炎症性サイトカインを介して間接的に多くの臓器に影響を及ぼす。

繁殖への影響について見ると、エンドトキシンは、体外受精系において濃度依存的に卵子の成熟と受精卵の発生率を低下させる。また、腫瘍壊死因子は、生理的な黄体退行への関与が示唆されており、過剰量では卵胞の発育、黄体の形成と退行、子宮内膜上皮の増殖を阻害する。これらのことから、高泌乳牛では、ルーメンで発生する内因性エンドトキシンが、卵巣や子宮などの生殖制御機能に負の影響を及ぼしていると考えられる。

また、不適切な濃厚飼料の多給によって生じるルーメン発酵の異常は、繁殖性の低下のみならず、吸収エネルギーの不足による乳量と乳質の低下、エンドトキシンによる潜在性肝機能障害を引き起こし、さらには、消化器病、蹄病、乳房炎等、生産病の原因ともなっている。

これらのことを総括すると、乳牛の高泌乳に伴う繁殖性低下は、主に図1に示すような因果関係によって生じていると推察される。そこで、分娩間隔延長の主要な原因である酸化ストレス、エネルギー不足、ルーメン発酵異常に対処するため、本課題に取り組むこととした。

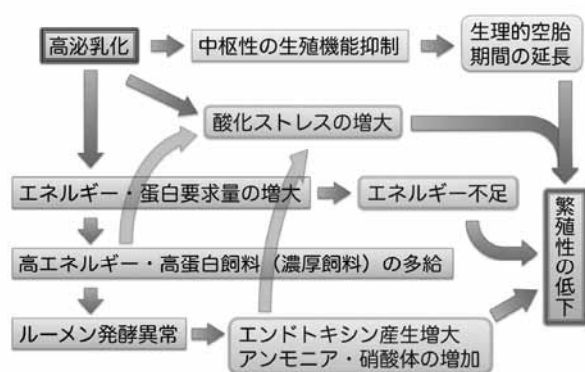


図1. 高泌乳牛の繁殖性低下原因

3. 研究内容

図2に本課題の細部構成を示す。濃厚飼料の多給に起因して生殖機能に悪影響を及ぼす要因として、高泌乳に伴う酸化ストレスの増大とルーメン内で多量に発生するエンドトキシンに着目し、それらへの有効性が示唆されるビタミン（A、E）、ミネラル（Se）、抗酸化物質（アスタキサンチン）、抗菌性蛋白質（ラクトフェリン）等の繁殖性改善効果を明らかにする。

抗酸化機能を持つビタミンやアスタキサンチンなどの物質は、体内の過酸化状態を改善できる可能性がある。また、ラクトフェリンは、グラム陰性菌の死滅によって生じるエンドトキシンに対して強力な結合親和性と失活作用を有している。

本課題では、ルーメン内のエンドトキシン発生に及ぼす飼料給与の影響を解明するとともに、抗酸化機能性物質の給与により体内の過酸化状態を改善し、抗菌性蛋白質であるラクトフェリンの給与によりルーメン内エンドトキシンを失活させ、全身性の代謝機能改善による繁殖機能向上を目指している（中課題ア①②③）。

ビタミンやセレンなどの抗酸化機能性物質は、消化管から吸収された後、生体内で発生する過酸化物の処理に利用される。そこで、培養細胞等を活用し、抗酸化機能性物質の生殖器官への直接作用についても検証する（中課題ア②）。また、ラクトフェリンは子宮乳や子宮組織でも見つかっており、子宮内環境の維持に関与している可能性も高ことから、生殖器官における内因性ラクトフェリンの作用についても解析を行い、酸化ストレスやエンドトキシンとの関連性を明らかにする（中課題ア③）。

高泌乳牛の繁殖性改善については、酪農現場における実用技術開発ニーズが高く、緊急性を要するこ

とから、早急に現場の要望に応えるため、上述の基礎的な研究と並行して、アスタキサンチン、ラクトフェリン等の機能性物質を牛用の飼料添加剤として安定的に加工・貯蔵する技術を確認する（中課題イ①）。また、乳牛の協定研究によって得られた既存の成果に基づき、随時上述の研究で得られた新規の知見を活用しつつ、100頭規模の大規模精密飼養試験を行い、短期間にその効果を実証し、速やかに技術の実用化を実現する（中課題イ②）。

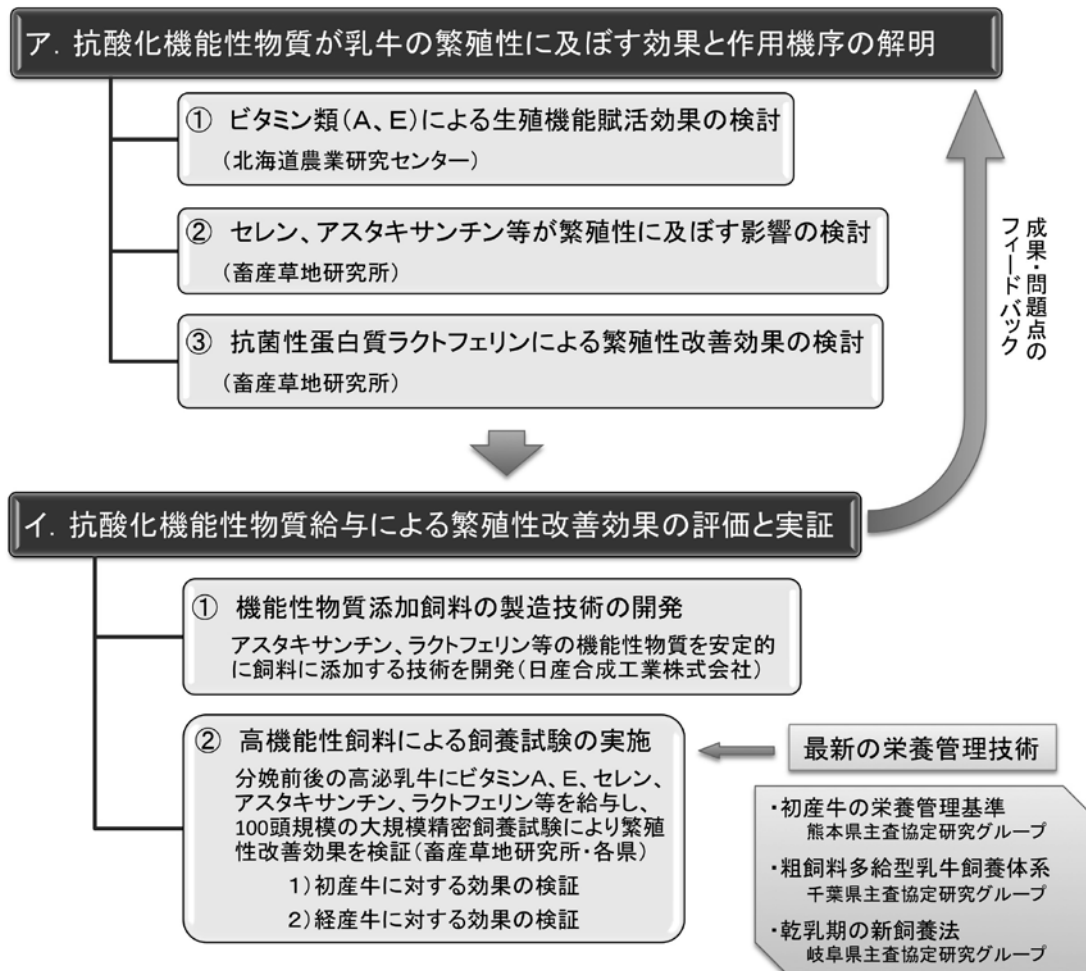


図2. 課題構成

4. おわりに

本課題の目標は、ヒトの予防医療や健康維持の分野で注目されている機能性サプリメントを活用し、乳牛の新たな栄養管理システムを構築することにより、給与飼料の栄養吸収率を高め、泌乳能力を最大限に発揮させつつ繁殖性を改善することである。この目標が達成されれば、繁殖性の改善による分娩間隔の短縮のみならず、飼料利用効率の向上、乳量の増加や乳質の改善、生産病発症率の低減などにも繋がると考えられる。しかし、牛の繁殖性低下の原因は様々であり、栄養面の管理だけで乳牛の繁殖性低下に係わる問題の全てが解決するわけではない。これまでの研究から、それ以外の要因による部分も大きいことを実感している。特に、牛自体の変化の問題が大きく、繁殖性を考慮した育種手法の見直しが必要かつ最重要な課題ではないかと思われる。また、今後益々影響が大きくなると考えられる暑熱対策も重要であり、これらの研究の進展にも期待したい。