

学 位 論 文 要 旨

博士後期課程 畜産衛生学 専攻

学籍番号 23332

氏 名 角田 英



論文題目： 給与飼料の不良発酵による揮発性塩基態窒素の上昇が泌乳牛の代謝、免疫機能および受胎率に及ぼす影響

要旨

酪農現場では、サイレージの不良発酵が原因で品質低下した貯蔵飼料の給与により、健康被害が引き起こされることが知られている。この不良発酵の際に増加する揮発性塩基態窒素（VBN）濃度の変化と、乳牛の健康、免疫細胞機能、受胎性との関係性について詳細に調査した報告はほとんどない。本研究では、帯広畜産大学畜産フィールド科学センターにて、2012年10月1日から2013年7月15日にわたって、混合飼料（TMR）中のVBN濃度測定と共に、泌乳牛の末梢血中顆粒球（PMN）の活性酸素（ROS）産生能と代謝プロファイルの詳細な調査を行った。特に、期間中に急激なVBN濃度の変動、すなわちパターンが著しく異なる3期間（低濃度で安定していた期間、低濃度から高濃度に急激に上昇した期間、高濃度から濃度が徐々に低下した期間）が観察されたので、この飼料中VBN濃度変動と上述した乳牛血中の各指標および人工受精後の受胎率との関係性を調べた。

I章では、各期間の80頭規模の牛群の代謝状況、牛群より部分抽出した牛の末梢血中のPMNのROS産生能、牛群の人工授精による受胎率をTMR中のVBN濃度変動によって分けた3期間で比較検討した。その結果、調査対象とした3期間全てで窒素代謝、肝機能障害、栄養代謝の指標となるパラメーターは代謝プロファイルテストで定める正常範囲内で推移しており、乳牛の健康に大きな支障はないと思われた。しかしながら、VBN濃度が急激に高濃度上昇した飼料を給与した期間では、安定して低濃度のVBN濃度飼料を給与した期間と比較して、窒素代謝の指標となる血液尿素窒素（BUN）及び乳中尿素態窒素（MUN）、肝機能障害の指標となるアスパラギン酸・トランスフェラーゼと $\gamma$ -グルタミルトランスぺプチダーゼ、血中のPMNのROS産生能が高値であり、牛群の受胎率は低かった。このことから、ルーメン内のアンモニア濃度の急激な上昇に伴い、ルーメン壁より吸収されるアンモニアの量が増加し、肝臓へのアンモニアの流入量が増加した結果、肝機能への負荷が増加し、結果として血中PMNのROS産生能が上昇し、受胎率も低下するといった負の複合的な影響につながったことが示唆された。以上の調査結果より、不良発酵によりVBN濃度が上昇した飼料を摂取することで、アンモニアにより血中のPMNのROS産生が過度に賦活化され、生体の代謝系にも負の影響を及ぼしていることが伺われた。

第II章では上述の牛群について、第I章の解析と異なり、泌乳牛が摂取したTMR中のVBN濃度変動と血中PMNのROS産生能の関係性について数日間のスパンに基づいた個体レベルの情報をリアルタイムに相関分析を中心に解析した。その結果、TMR中のVBN濃度が低濃度か

ら高濃度に急激に上昇した期間において、血中PMNのROS産生能はTMR中のVBN濃度と8頭中7頭において高い相関関係（相関係数が0.4-0.6が3頭；0.6 -0.8が4頭： $P<0.05$ ）が認められ、TMR中のVBN濃度の急激な上昇が、それを摂取した泌乳牛の血中のPMNのROS産生能の増加に短期間のうちに強く反映されたことが示唆された。一方、TMR中のVBN濃度が低濃度で安定していた期間では、9頭全てで相関関係は認められなかった。また、TMR中のVBN濃度が高濃度から徐々に減少していった期間では、9頭中7頭の牛において両者の間に相関関係は認められなかった。これらの結果から、血中PMNのROS産生能の増加は、摂取したTMR中のVBN濃度の急激な上昇に伴い、ルーメン壁から吸収されるアンモニア量が増加し、PMNのROS産生能の増加が引き起こされたと考えられた。また、TMR中のVBN濃度が上昇した数日間後には、血中PMNのROS産生能が増加していたことは、飼料摂取後に数時間という早さでBUN及びMUNの上昇が起きることからも、摂取したVBN増加と血中PMNのROS産生能増加との正の相関関係が支持される。以上の結果より、TMR中のVBN濃度が急上昇すると、血中PMNのROS産生能はリアルタイムに反応して増加し、摂取したTMR中のVBN濃度の影響を短期間のうちに受けることが示唆された。

以上の2つの異なる視点に立った解析、すなわち80頭規模の牛群レベルの数週間単位での解析、そして、その牛群のうち8-9頭についての個体内の詳細な数日間単位でのリアルタイム解析によって、TMR中のVBN濃度の急激な上昇は、BUNやMUNなどの上昇を伴い、血中PMNのROS産生能が増加し、それらが複合的に肝機能への負荷を増大させ、受胎率の低下も引き起こすことが示唆された。そして、これらの影響は短期間のうちに起こると考えられた。今後は、飼料中のVBN濃度に加え、不良発酵に伴うカビ毒などのリスク要因を合わせて分析し、泌乳牛の健康と繁殖機能との関係性を調べることが重要と考えられる。

以上の牛群と個体レベルの詳細な情報は、不良発酵飼料を含むTMR中のVBN濃度の急激な上昇に伴って、それを摂取した乳牛の健康状態と受胎率が悪影響を受けることを示したケーススタディとして酪農現場に役立つと考えられる。