

|          |                                |
|----------|--------------------------------|
| 氏名       | しん で しょう ご<br>新 出 昭 吾          |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (農 学)                      |
| 学位記番号    | 論 農 博 第 2573 号                 |
| 学位授与の日付  | 平 成 17 年 5 月 23 日              |
| 学位授与の要件  | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当        |
| 学位論文題目   | 高泌乳牛における乳タンパク質向上のための飼料給与に関する研究 |

論文調査委員 (主査) 教授 矢野秀雄 教授 佐々木義之 教授 久米新一

### 論 文 内 容 の 要 旨

近年、生乳の成分向上が求められ、生乳取引基準が、乳脂率から、乳タンパク質率、無脂固形分率重視に移行してきている。特に、泌乳前期に低下しやすいこれら成分の向上が課題になっており、牛海綿状脳症や口蹄疫の発生以来、植物に由来する粗タンパク質（CP）の給与や自給粗飼料の給与による改善が求められている。

本論文は、高泌乳牛への実際的給与レベルである濃厚飼料多給の高エネルギー飼料給与条件で、従来明らかでなかった飼料の第一胃内 CP 分解速度と通過速度により算出した CP の有効分解度が、高泌乳牛の乳タンパク質率向上に及ぼす効果を検討したものである。また、最大量のエネルギー摂取と第一胃内の恒常性を維持する飼料の物理性確保という相反条件を満たすために、粗飼料源と粗飼料割合の違いが乳タンパク質率や咀嚼行動に及ぼす特性について検討し、高泌乳牛飼養における混合飼料（TMR）中の適正な粗飼料混合割合や乳タンパク質率向上の指標を提示したものである。

本論文は6章により構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的および従来の研究について述べている。

第2章では、乳タンパク質率が低下しやすい泌乳前期における飼料中の CP 含量の違いが、乳量、乳タンパク質率、血液性状や繁殖成績に及ぼす影響を検討している。飼料中の CP 含量が14%と低い場合、乾物摂取量が抑制され、泌乳曲線のピークが明瞭でなく頭打ちとなり、乳タンパク質率が低く推移することを明らかにしている。一方、CP 含量が20%と高い場合、乾物摂取量が多く、乳量が向上し、乳量ピークが顕著であるが、第一胃内での飼料 CP の利用の指標となる血液尿素態窒素（BUN）の値が高く、第一胃内での CP の利用効率を向上するためには、CP 分解度を飼料設計に用いる必要性を指摘し、乳量、乳成分や繁殖成績から現状での飼料中の CP 含量は17%にすべきことを示唆している。

第3章では、高泌乳牛の飼料摂取量の向上と第一胃内の恒常性維持に有効とされる TMR を用い、粗飼料給与割合を農家での実際的給与レベルである30%～45%の範囲とし、飼料の加熱処理や粗飼料源、粗飼料割合が第一胃内分解速度や通過速度に及ぼす影響を検討している。飼料の第一胃内分解速度はナイロンバッグ法により、また、第一胃内通過速度は、植物の細胞壁成分と高い親和性を持ち飼料の分解と同様の挙動を示す希土類元素による標識乾熱大豆を用い、直腸糞中のこれら元素の経時的減衰により求め、第一胃内 CP 有効分解度について検討している。加熱処理は、CP の熱変性に伴う第一胃内分解パラメータの b 分画（難分解性分画）の増加だけでなく、通過速度の上昇により分解度が低下することを明らかにしている。また、TMR 中の粗飼料や粗濃比の違いは、第一胃内 CP 分解パラメータの a 分画（易分解性分画）、b 分画に影響しないが、b 分画の分解速度定数 c は、飼料中の粗脂肪含量が高い場合に小さい値を示し、粗飼料の中性デタージェント繊維含量が高い場合に大きい値を示すことを明らかにしている。しかし、第一胃内 CP 有効分解度は、パラメータ c の変動よりも、むしろ第一胃内通過速度の程度が及ぼす影響が大きいことを示し、飼料の通過速度は粗飼料や粗濃比により異なり、トウモロコシサイレージ主体 TMR で5.5～6.4%/hr、イタリアンライグラスサイレージ主体 TMR で4.5～5.0%/hr であり、通過速度データの集積の必要性を示唆している。

第4章では、泌乳初期牛を用い、高エネルギー飼料給与下で、第一胃内 CP 有効分解度の違いが乳タンパク質率に及ぼす

影響について検討している。CP 有効分解度の算出にあたって乾熱大豆で求めた通過速度は適合性が悪く、AFRC 飼養標準に示されるモデル式で通過速度の算出を試みている。第一胃内 CP 有効分解度を低下させた飼料の給与は、飼料摂取レベルの低い泌乳ピーク前（分娩後 3～6 週）における乳タンパク質率の向上、BUN の低下に有効であることを示している。一方、泌乳ピーク以降は、飼料摂取量の回復や第一胃内微生物活性の増加により乳タンパク質率に差がないことを明らかにしており、エネルギー摂取が低い場合、CP 分解度を抑制することの有効性を示唆している。なお、CP 分解度の値は、通過速度により求めた場合と日本飼養標準に示された値により算出した場合ではかなりの乖離があることを明らかにしている。

第 5 章では、自給粗飼料の種類と粗濃比が異なる TMR 給与における飼料の通過速度や CP 有効分解度について検討し、乳タンパク質率向上に関係する第一胃内における分解性 CP の利用程度は、非繊維性炭水化物（NFC）摂取量に左右されることを示し、NFC 摂取量（kg）/CP 有効分解量（kg）の比が 3.0 以上の場合、BUN 値を低く維持できることを示唆している。さらに、TMR 中の自給粗飼料の適正な乾物混合割合は、乳量、乳タンパク質率、第一胃内容液性状および咀嚼行動に及ぼす特性から、トウモロコシサイレージが 37% 以上、イタリアンライグラスサイレージが 30%、飼料イネサイレージが 26～30% とする指標を明らかにしている。

第 6 章では、高泌乳牛における乳タンパク質率向上の飼料給与の条件について総括している。

## 論文審査の結果の要旨

農家においては、生乳取引上、泌乳前期に低下しやすい乳タンパク質率の向上が課題であり、牛海綿状脳症や口蹄疫の発生以来、植物由来の粗タンパク質（CP）飼料の利用や地域で生産される自給粗飼料の給与による乳成分の改善が求められている。また、環境負荷軽減のため、最大の生産が維持できる最低の CP 給与レベルにより、窒素排泄量を抑制することが求められている。

乳牛の体組織で利用される窒素源としてのアミノ酸は乳タンパク質の原料でもあり、これらアミノ酸は飼料 CP が第一胃内微生物により分解、再合成された微生物体タンパク質に由来するものと、第一胃内での分解を免れた飼料 CP に由来するものにより構成される。特に、高泌乳牛においては、第一胃内における微生物体タンパク質からのアミノ酸供給だけでは不足し、小腸で吸収される非分解性 CP からのアミノ酸供給が必要とされている。

本論文は、第一胃内における飼料の分解速度と通過速度により算出した飼料 CP の有効分解度が、高泌乳牛の乳タンパク質率向上に及ぼす効果を検討したものであり、評価される点は次のとおりである。

1. わが国においては CP 給与に関する情報は十分でないが、本研究では、従来明らかでなかった様々な飼料 CP の第一胃内分解パラメータを調査提示し、また、固定した値で評価されていた第一胃内における飼料 CP の分解の程度を、様々な要因で変化する飼料の通過速度との関係から第一胃内 CP 有効分解度という新しい概念により評価している。これにより、第一胃内での CP の利用がより実際に推定できるようになったということの評価される。
2. 泌乳初期の乳タンパク質率向上に関して、第一胃内 CP 有効分解度を低下させた飼料給与の有効性を明らかにしている。これは、分解度の異なる飼料の給与は、泌乳ピーク前と後で乳タンパク質生産への影響が異なることを示し、飼料摂取レベルの低い泌乳ピーク前（分娩後 3～6 週）には、乳タンパク質率が CP の高分解度飼料で大きく低下するのに対して、低分解度飼料ではその低下を抑制できること、また、血液中の尿素態窒素量も低下できることを明らかにしている。この研究は、農家の飼料給与の実態、すなわち、粗飼料給与割合が少ない高エネルギー給与実態に合わせて実施したものであり、特に乳タンパク質率が低下しやすい泌乳初期の飼料給与指標として優れ、酪農現場への応用度が非常に高いということ意義は大きい。
3. 農家で生産、利用される代表的な自給粗飼料 3 種類について乾物摂取量や咀嚼行動に及ぼす特性を評価し、混合飼料（TMR）中の自給粗飼料の違いや粗濃比が通過速度に影響することを明らかにし、乳タンパク質率向上に関する第一胃内分解性 CP の利用程度は、非繊維性炭水化物摂取量との関係で評価すべきことを提案している。同時に、エネルギーを最大限摂取させ、反芻生理を維持する TMR 中の適正な粗飼料割合を明らかにしている。これらの結果は、近年利用が増加している TMR の調製や給与において有用な指標であると評価される。

以上のことから、本研究は、実際的な飼料給与レベルを基本に、第一胃内 CP 有効分解度を用いた乳タンパク質率向上に

ついでに指標を明らかにしており、家畜栄養学および家畜飼養学の面で大きく貢献している。さらに、本研究の成果は、農家現場への応用も可能である。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成17年4月14日、論文並びにそれに関連した分野について試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分にあるものと認めた。