

肉用牛に対する尿素処理ジャガイモデンプン粕

サイレージの利用法に関する研究

学位論文内容の要旨

牛枝肉 1kg を生産するために必要とする穀類主体の濃厚飼料は 10kg に達し、その大部分は輸入に依存している。そこで近年は、飼料自給率向上のために農産副産物の飼料利用に関心が高まっている。北海道では年間約 10 万トンのジャガイモデンプン粕が副産物として産出される。デンプン粕には、残留デンプンが 20%含まれており、輸入穀類を代替する肉用牛向け副産物飼料として利用価値が高い。しかしタンパク質含量が低いため、そのまま給与しても肉用牛の要求量を満たすことができない。

タンパク質含量の低い飼料を用いた場合、ウシのルーメン内で必要なアンモニア態窒素 ($\text{NH}_3\text{-N}$) を十分供給することができないが、非蛋白態窒素化合物 (NPN) を用いることによって容易かつ経済的に補うことができる。したがって、NPN の一種である尿素でデンプン粕を処理することにより窒素含量を高めることが期待できる。なお、尿素的添加量については防黴の面から粕現物の 0.5% が適当であることが示されている (阿部ら 2007)。しかし、肉用牛に対する尿素処理デンプン粕の利用法を検討した例はない。

以上の観点から本研究は、0.5%尿素処理デンプン粕サイレージを肉用牛の飼料として利用する技術の開発を目的に、以下の点について検討した。

- 1) 尿素処理デンプン粕サイレージの給与が飼料の消化率およびルーメン内発酵に及ぼす影響
- 2) 尿素処理デンプン粕サイレージと組み合わせる飼料の検討
- 3) 尿素処理デンプン粕サイレージの給与が肥育牛の生理状態および産肉性に及ぼす影響

得られた結果は次の通り要約される。

- 1) 尿素処理デンプン粕サイレージの給与が消化率およびルーメン内発酵に及ぼす影響

尿素処理したデンプン粕のサイレージはウシの乾物摂取量に悪影響をおよぼさなかった。尿素処理デンプン粕サイレージをウシに給与するとルーメン内への $\text{NH}_3\text{-N}$ の供給量は増加するが、その日内変動が大きくなった。また、デンプン粕への尿素処理は、ルーメン内容液のプロピオン酸モル比を増加させた。プロピオン酸の増加はインスリン分泌を高め、体蛋白および体脂肪蓄積を増加させる働きがあることから、肉用牛の飼料としてデンプン粕を用いる場合、尿素処理は有効な技術と考えられた。

尿素処理デンプン粕サイレージ主体濃厚飼料給与と圧ペン大麦主体濃厚飼料について、飼料の消化率およびルーメン内発酵に及ぼす影響を比較検討した。圧ペン大麦主体濃厚飼料を給与したウシではデンプン粕主体濃厚飼料を給与したウシよりルーメン内容液の pH は低く、濃厚飼料給与水準を高めるとともにルーメン内乾物消失速度が低下する傾向にあった。すなわち、デンプン粕サイレージ主体濃厚飼料の給与は圧ペン大麦主体濃厚飼料を給与に比べルーメン内繊維消化への負の影響は小さいと考えられた。

- 2) 尿素処理デンプン粕サイレージと組み合わせる飼料の検討

尿素処理デンプン粕サイレージをウシに給与した時にルーメン内で産生する尿素由来の $\text{NH}_3\text{-N}$ の利用促進を目的として、組み合わせる炭水化物源について検討した。飼料としてフレーク加工強度 (デンプンの α 化度) の異なる圧ペントウモロコシを用いた。フレーク加工強度の高低にかかわらず、ルーメン内における $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度の日内推移に変化は認められなかった。すなわち、フレーク加工強度の高い、デンプンのルーメン内分解速度の速い穀類を用いることだけで尿素由来 $\text{NH}_3\text{-N}$ のルーメン

内での利用性を高めることは困難であり、飼料中に含まれるタンパク質源の種類についても検討する必要があると考えられた。

尿素処理デンブン粕サイレージ主体濃厚飼料に補給するタンパク質源としてルーメン内分解性タンパク質 (RDP) を多く含む大豆粕 (SBM) とルーメン非分解性タンパク質 (UDP) を多く含むコーングルテンミール (CGM) を比較検討した。その結果 CGM 給与は SBM 給与にくらべ、ルーメン内の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度の過剰が抑えられた。すなわち、尿素処理デンブン粕サイレージには UDP を多く含むタンパク質源が適すると考えられた。

デンブン粕は水分含量が高いため、サイレージ貯蔵中に排汁が滲出し、環境汚染および品質劣化の要因となる。そこで、補給飼料としても利用可能なビートパルプペレット (BP 区) またはフスマペレット (WB 区) を副資材として粕現物 100kg に対して 10kg 混合し、水分調整して調製した尿素処理デンブン粕サイレージが消化率やルーメン内発酵に及ぼす影響を検討した。乾物消化率は BP 区が WB 区より有意に高かった ($P<0.05$)。繊維質消化率も BP 区が WB 区にくらべ、中性デタージェント繊維 (NDF) は高い傾向にあり、酸性デタージェント繊維 (ADF) は有意に高かった ($P<0.05$)。したがって、副資材としてはビートパルプペレットがフスマペレットより優れていると思われた。

尿素処理デンブン粕サイレージ主体濃厚飼料に併給する粗飼料源として、放牧草、乾草または麦稈の違いを比較検討した。飼料の摂取量および消化率は粗飼料の種類に影響されなかった。一方、溶解性および高分解性タンパク質を多く含む放牧草を摂取しているウシに尿素処理デンブン粕サイレージを給与すると、ルーメン内容液の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度が常に 10mg/dl 以上と高く推移した。したがって、放牧牛に対する尿素処理デンブン粕サイレージ給与は避けるのが望ましいと判断した。

3) 尿素処理デンブン粕サイレージの給与が肥育牛の生理状態および産肉性に及ぼす影響

黒毛和種去勢牛に給与する配合飼料 (対照区) の 30% を尿素処理デンブン粕サイレージで置き換えた濃厚飼料 (試験区) で肥育し、肥育期間における生理的状态および産肉性に及ぼす影響を検討した。両区とも肥育の進行にともなって濃厚飼料給与量を増加させたが、試験区ではデンブン粕サイレージ正味の摂取量が 1.5kg に達するとそれ以降、摂取量の抑制が見られた。結果として、肥育期間における濃厚飼料摂取量および TDN 摂取量は対照区にくらべ試験区でやや低かった。枝肉重量は試験区で対照区にくらべ約 18kg 小さかったが、その差は統計的に有意ではなかった。以上の結果から、肉牛の肥育においては尿素処理デンブン粕サイレージの給与量は最大でも 1.5kg を上回らないように飼料設計する必要があると考えられた。したがって、肥育牛に対して給与する場合、濃厚飼料中の割合が 30% は高すぎることを示唆された。

濃厚飼料中の尿素処理デンブン粕サイレージ割合を 0%、15%、30% および 45% として黒毛和種去勢による肥育試験を行った。用いたデンブン粕サイレージは副資材として BP を混合したものであり、正味のデンブン粕サイレージの割合は 0%、10.5%、21.0%、31.5% であった。デンブン粕サイレージの割合が 30% 以上の処理区では 15% 以下の区と比較して肉色が暗く、またを脂肪交雑が低下する可能性が示唆された。したがって、肥育牛用配合飼料の一部を尿素処理デンブン粕で代替する場合、その割合は 15% 以下が望ましいと考えられる。

以上の結果から、0.5% 尿素処理を行って調製したデンブン粕サイレージの黒毛和種肥育牛に対する利用法について以下の通り提案する。

- 1) サレージ調製時に、尿素処理デンブン粕原物 100kg に対して 10kg のビートパルプペレットを水分調整用副資材として混合する。
- 2) このように調製したサイレージの給与量は、乾物ベースで濃厚飼料の 15% (デンブン粕サイレージ正味では 10%) までとする。
- 3) 炭水化物源を補給する場合、用いる穀類の加工強度を考慮する必要はない。
- 4) タンパク質源の補給には、CGM のような UDP 割合の高い原料を用いる。
- 5) 用いる粗飼料は麦稈と稲わらいずれでも良い。ただし、放牧草との組み合わせ給与では、摂取飼料全体の RDP 割合が過度に高まるおそれがあることから、放牧牛への尿素処理デンブン粕サイレージ給与は避ける。

本提案の基づく黒毛和種肥育牛に対する飼料給与体系を採用することにより、濃厚飼料して全量配合飼料を用いた肥育方式により生産される肉量および肉質を概ね保ちつつ、肥育期間中における配合飼料消費量を 15% 削減することができる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 近 藤 誠 司
副 査 教 授 小 林 泰 男
副 査 准教授 上 田 宏 一 郎
副 査 講 師 中 辻 浩 喜

学 位 論 文 題 名

肉用牛に対する尿素処理ジャガイモデンプン粕 サイレージの利用法に関する研究

本論文は6章からなり、図30、表30、引用文献145を含む総頁数149の和文論文であり、別に5編の参考論文が添えられている。

近年、飼料自給率向上の観点から農産副産物の飼料利用に関心が高まっている。北海道では年間約10万トンのジャガイモデンプン粕が産出され、輸入穀類を代替する副産物飼料として期待できる。しかしタンパク質含量が低いため、そのまま給与しても肉用牛の要求量を満たすことはできない。反芻動物の場合、尿素のような非タンパク態窒素化合物を用いることによって、不足するタンパク質を容易かつ経済的に補うことができる。また、デンプン粕に対する0.5%の尿素処理は防黴効果を持つことから、保存性に優れていることが知られている。しかし、肉用牛の飼料として尿素処理デンプン粕の利用法を検討した例はない。

そこで本研究は、肉用牛に対する0.5%尿素処理デンプン粕サイレージ(U-PPS)を利用する技術の開発を目的に、以下の点について検討した。

- 1) U-PPSの給与が飼料の消化率およびルーメン内発酵に及ぼす影響
- 2) U-PPSと組み合わせる飼料の検討
- 3) U-PPSの給与が肥育牛の生理状態および産肉性に及ぼす影響

得られた結果の概要は次の通り要約される。

- 1) U-PPSの給与が飼料の消化率およびルーメン内発酵に及ぼす影響

U-PPSはウシの乾物摂取量に悪影響を及ぼさず、ルーメン内へのアンモニア態窒素($\text{NH}_3\text{-N}$)の供給量は増加した。デンプン粕への尿素処理はルーメン内容液のプロピオン酸モル比を増加させることから、インスリン分泌を高め、体タンパクおよび体脂肪蓄積を増加させる働きがあることを明らかにした。

U-PPS主体濃厚飼料給与と圧パン大麦主体濃厚飼料給与について、飼料の消化率およびルーメ

ン内発酵に及ぼす影響を比較検討した。圧ペン大麦主体濃厚飼料を給与したウシでは U-PPS 主体濃厚飼料を給与したウシよりルーメン内容液の pH は低く、濃厚飼料給与水準を高めるとともにルーメン内乾物消失速度が低下する傾向にあった。すなわち、U-PPS 主体濃厚飼料給与は圧ペン大麦主体濃厚飼料給与に比べルーメン内繊維消化への負の影響は小さいことが示された。

2) U-PPS と組み合わせる飼料の検討

U-PPS と組み合わせる炭水化物源として、フレーク加工強度(デンプンの α 化度)の異なる圧ペントウモロコシを併給する効果を検討した。フレーク加工強度の高低にかかわらず、ルーメン内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度の日内推移に変化は認められず、U-PPS に炭水化物源を補給する場合、用いる穀類の加工強度を考慮する必要はないと判断した。

U-PPS 主体濃厚飼料に補給するタンパク質源として、ルーメン内分解性の異なる大豆粕(SBM)とコーングルテンミール(CGM)を比較検討した。その結果、CGM 給与によりルーメン内の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度の過剰が抑えられたことから、U-PPS には CGM のように非分解性タンパク質(UDP)を多く含むタンパク質源が適すると判断した。

水分含量の高いデンプン粕のサイレージの貯蔵中における排汁の滲出防止のため、ビートパルプペレット(BP区)またはフスマペレット(WB区)を副資材として水分調整し(粕現物 100kg に対して 10kg 混合)、調製した U-PPS が消化率およびルーメン内発酵に及ぼす影響を検討した。乾物および酸性デタージェント繊維(ADF)消化率は BP 区が WB 区より有意に高くなり($P<0.05$)、副資材としてビートパルプペレットが優れていることが示された。

U-PPS 主体濃厚飼料に併給する粗飼料源として、放牧草、乾草または麦稈の違いを比較検討した。放牧牛に U-PPS 併給すると、ルーメン内容液の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度が高くなりすぎることから、その給与は避けるべきと判断した。

3) U-PPS の給与が肥育牛の生理状態および産肉性に及ぼす影響

黒毛和種去勢牛に給与する配合飼料(対照区)の 30%を U-PPS で置き換えた濃厚飼料(試験区)で肥育し、生理的状态および産肉性に及ぼす影響を検討した。肥育の進行にともなう濃厚飼料給与量の増加に対し、試験区では U-PPS 正味摂取量が 1.5kg に達すると、それ以降の摂取量が抑制された。したがって、肉牛の肥育においては、U-PPS 給与量が 1.5kg を上回らないように飼料設計する必要がある。

濃厚飼料中の U-PPS 割合を 0%、15%、30%および 45%として黒毛和種去勢牛の肥育試験を行った。U-PPS の割合が 30%以上の処理区では 15%以下の区と比較して肉色が暗く、また脂肪交雑が低下する可能性が示唆された。したがって、肥育牛用配合飼料の一部を U-PPS で代替する場合、その割合は 15%以下が望ましい。

以上の結果から、水分調整副資材としてビートパルプペレットを使用した 0.5%尿素処理ジャガイモデンプン粕サイレージの黒毛和種肥育牛に対する給与システムを提案した。本システムの採用により、濃厚飼料全量を配合飼料とした肥育方式で生産される肉量および肉質を概ね保ちつつ、肥育期間全体の配合飼料消費量を 15%削減することができる。

以上のように本研究は、尿素処理ジャガイモデンプン粕サイレージの肉用牛に対する飼料としての特徴を明らかにし、それらを踏まえた黒毛和種肥育牛に対する給与システムとして構築したものである。これらの成果は、学術面で高く評価されるとともに実用面での貢献も大きい。

よって審査員一同は、杉本昌仁が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。