

論文審査の結果の要旨

氏名：LIU CHUNYAN

博士の専攻分野の名称：博士（生物資源科学）

論文題名：高度集約型反芻家畜生産における副産物資材の飼料価値評価

審査委員：(主査) 教授 梶川 博

(副査) 教授 佐伯 真魚

教授 大西 彰

准教授 三角 浩司

本論文は、食糧問題や環境問題を改善するために、低・未利用資源の飼料化に関する研究をまとめたものである。特に先進国を中心に展開する高度技術集約型の畜産に適用可能と考えられる3種類の食品製造副産物を用いてその飼料価値の評価を行うとともに、新飼料資源の技術開発における課題を検討した。研究の流れとして、ルーメン微生物を用いたインビトロスクリーニング試験から、実際の動物を用いたインシチュ (*in situ*) および飼養試験までを実施した。

第1の研究として、高エネルギーが期待できるダイコン残渣の飼料価値評価を実施した。ダイコン残渣は、外食産業や惣菜生産で排出されるダイコン皮などの未利用部分からなる高水分資材である。最初に、ルーメンフィステル装着ホルスタイン乾乳牛より採取したルーメン細菌を用いて嫌氣的バッチ培養試験を実施して、消化・発酵性を検討した。その結果、ダイコン残渣の乾物消化率 (DMD)、総ガス産生量および短鎖脂肪酸濃度は、対照飼料であるトウモロコシと同等の高い値を示した。またダイコン残渣ではメタンの発生が見られなかった。次に、去勢雄シバヤギ4頭を用いて全糞採取による消化試験を行った。対照区にはアルファルファ (AF) をエネルギー維持量給与し、ダイコン区では対照区の乾物20%をダイコン残渣に置換した。消化試験の結果は、ダイコン残渣のDMDおよび可消化成分総量 (TDN) はそれぞれ87%および79% (乾物中) であった。また繊維成分 (NDF) も高い消化率 (90%) を示した。ルーメン内特性や血液性状には対照区と差は見られず、安全性には問題ないと考えられた。

第2の研究として、高エネルギー・高繊維が期待できるパインナップル残渣の飼料価値評価を実施した。パインナップル残渣 (パイン残渣) は、皮や芯からなる非可食部であり、水分含量も高く、また繊維および糖分量が高いことから高エネルギーの繊維質飼料と考えられる。そこで、ホルスタイン非泌乳雌牛4頭を用いて慣用飼料をエネルギー維持量給与した対照区と、対照区飼料の乾物20%をパイン残渣に置換した維持区およびパイン残渣を維持区の倍量給与した多給区の3区を設けて消化試験を実施した。その結果、パイン残渣のDMDおよびTDNはそれぞれ71%および70%と繊維質飼料としては高い値を示し、NDF消化率も64%と良好であった (維持区)。なお咀嚼時間から求めたパイン残渣の粗飼料因子は一般的な粗飼料と同等程度であり、飼料としての物理性も十分に有するものであった。また多給区におけるパイン残渣の消化率やTDNも維持区と比較して、非繊維炭水化物 (NFC) で低い値を示した以外に差は見られなかった。しかし細菌構成も含むルーメン特性には試験区間に差は見られなかったものの、血液性状では多給区において中性脂肪、遊離脂肪酸、尿素窒素で有意に低い値が、また肝臓系酵素 (AST) で高い値が示されたことから、パイン残渣の給与は20%程度を上限に給与するのが妥当と考えられた。

第3の研究として、高蛋白質が期待できるヒマワリ粕の飼料価値評価を実施した。ヒマワリ油を溶媒抽出した残渣であるヒマワリ粕 (SFM) は広く利用されている蛋白質飼料であるが、機械的に搾油したヒマワ

リ粕（SFC）はSFMと比較して残存脂肪も多く、その飼料価値に関しては報告が少ない。本研究では、最初に牛のルーメン内で試料を経時的に培養するインシチュ試験を実施して、SFCのルーメン内蛋白質分解パラメータを求めた。その結果、分解性画分が90%以上と高く、特に可溶性画分で極めて高い値を示した。また可溶性画分の酸分解とニンヒドリン分析により、そのおよそ半分が、非蛋白態窒素ではなく蛋白質もしくはポリペプチドであることが判明した。次に、去勢雄シバヤギ4頭を用いた代謝試験を行い、SFCの消化率および窒素出納を大豆粕と比較した。基礎飼料としてAFを給与した対照区、対照区の乾物30%をSFC（CP28%、粗脂肪11%）のSFCに置換したSFC区およびSFC区とCP含量が同一となるように対照区のAFを大豆粕で置き換えた大豆粕区を設けた。その結果、SFC区のCP消化率およびTDNにおいては大豆粕区と有意な差は見られず、ルーメン内特性および血液性状にも両区間で差のある項目はみられなかった。しかし窒素出納においては、SFC区と大豆粕区で窒素吸収量がほぼ同じにもかかわらず、窒素蓄積量では大豆粕区で高い値が示された。これはSFCと大豆粕でのアミノ酸生物価に差のみならず、大豆粕がNFCを多く含むことでルーメン内微生物合成量が高かったためと考えられた。そこでさらにCPとNFC水準を揃えた試験区を設けて、SFCと大豆粕の窒素利用性を比較する飼養試験を実施した。すなわち、乾乳牛用慣行飼料にSFCまたは大豆粕を加えてCP14%、NFC40%とした飼料を調製し、ホルスタイン非泌乳雌牛4頭を用いて代謝試験を実施した。その結果、SFC区は大豆粕区と比較してCP消化率には差が見られず、窒素蓄積量も両試験区間では差が見られないという結果が得られた。以上の結果から、SFCは飼養条件によって大豆粕と同等の価値を有する蛋白質飼料であると考えられた。

上記の論文を4名の主査および副査で審査した結果、博士論文として適切な内容および学術レベルを有していると判断した。

よって本論文は、博士（生物資源科）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以上

令和5年2月27日