

博士論文要約 (Summary)

平成 23 年 4 月入学
連合農学研究科 生物資源科学専攻
氏 名 二井 博美

タイトル	国産資源のウシ飼料への循環型利活用に関する研究
<p>わが国の飼料自給率は平成 24 年度 26%であった。農林水産省は、平成 32 年度に飼料自給率を 38%にする目標を掲げている。この飼料自給率向上の対策としては、水田活用による飼料用米生産と稲ホールクロップサイレージ利用の拡大、食品残さの利活用、自給飼料利用の TMR センター（飼料混合工場）の推進が挙げられている。</p> <p>一方穀物相場の高騰と円安により飼料価格が高止まりしていることから生産者においても国産資源を価格面から飼料としての利活用が増加している。</p> <p>ウシは4つの胃を持ち人間が利用できない繊維質を栄養として利用できる家畜である。これは4つある胃の1つである第1胃において微生物により摂取した飼料を分解して消化吸収するシステムにより可能となっている。そのためにウシの栄養要求には、飼料の栄養成分値だけでなく第1胃での微生物により分解される栄養成分についての評価が必要とされている。これらのことからウシ飼料として国産資源を利活用するには、第1胃内における飼料原料の分解特性を知ることは重要である。</p> <p>水田利活用での飼料用米利用では、稲の子実である米と稲わらが中心となっているが稲の副産物である籾殻を有効利用することでできれば「米のゼロエミッション」がウシを使って可能となる。</p> <p>そこで本研究では、国産資源である米（子実）と食品残さの飼料原料として利活用するための第1胃における分解特性と稲の副産物である籾殻の有効利活用法について検討をした。</p> <p>第1章では、わが国における飼料自給率低下の要因として乳牛、肉牛とも高栄養の給与による生産性向上技術の導入により配合飼料の給与量が増加したことで生産規模拡大による購入粗飼料利用の割合が増加したことがある。</p> <p>国内資源として期待されている稲の子実である米の利用については、飼料用米専用品種の種籾不足、作付けにおける食用米との交雑、飼料用トウモロコシとの価格差や米の流通管理についての問題点と栄養上では米デンプンの第1胃内分解速度が速いことによりウシ飼料としての利用効率が低下している。また飼料用米作付けの問題点から食用米が飼料向けに栽培利用されていることから食用米の第1胃での分解特性を確認することが必要である。</p> <p>稲については子実以外である籾殻、稲わらの副産物としての利活用が不十分でこれらの副産物を有効に利活用されれば稲の植物体すべてを利活用することとなる。稲の副産物を含めてすべてを利用することは「米のゼロエミッション」を確立することか可能となる。</p> <p>食品残さは、原料と地域性や製造加工方法による利用性に差があることからそれぞ</p>	

れの原料の栄養成分評価だけでなく第1胃での分解特性を知ることはウシの生産性からも重要である。

また食品残さを利用した発酵 TMR（食品残さと粗飼料、飼料原料、配合飼料を混合発酵させたもの）について発酵 TMR の問題点を挙げた。

第4章では、食品残さの飼料利用について、青森県内の発酵 TMR センターで利用されている原料である、醤油粕、キノコ菌床粕、豆腐粕サイレージ、リンゴジュース粕、脱水ビール粕とセンターで製造されている青森セミ TMR、あおいもり TMR、みちのくウェット、青森ウェットの4種類の発酵飼料の発酵前（製造直後）と発酵後を *In situ* 法により分解特性を検討した。

1) 食品残さは、乾物消失率から分解パラメータを算出した結果、乾物有効分解率が醤油粕 90.88%、キノコ菌床粕 65.59%、豆腐粕サイレージ 86.05%、リンゴジュース粕 95.23%、脱水ビール粕 56.67%となった。粗タンパク質消失率から分解パラメータを算出した結果、粗タンパク質有効分解率が醤油粕 99.05%、キノコ菌床粕 90.88%、豆腐粕サイレージ 82.36%、リンゴジュース粕 97.13%、脱水ビール粕 78.20%となった。この結果から醤油粕、キノコ菌床粕は、乾物、粗タンパク質とも速い分解特性であった。豆腐粕サイレージは、乾物、粗タンパク質とも緩やかな分解特性の原料であった。リンゴジュース粕は乾物で分解が速く、粗タンパク質が緩やかな分解特性であった。脱水ビール粕は、乾物、粗タンパク質とも遅分解性の高い分解特性であった。この結果より食品残さを利用するには分解特性を考慮して自給飼料の組み合わせとコストを含めた検討が必要である。

2) 発酵 TMR の発酵前と発酵後の比較では、乾物消失率では差がなく、粗タンパク質消失率では青森ウェットにおいて有意差 ($P < 0.05$) が認められた。乾物分解パラメータは、4つの試料とも有効分解率、分解速度定数、速分解性区分において有意差 ($P < 0.05$) が認められた。粗タンパク質分解パラメータでは、各試料とも発酵前後における差は認められなかった。

この結果から発酵 TMR は、発酵における有利性は高くない傾向であり、発酵 TMR を利用するには乾物換算したコストや栄養成分値だけでなく第1胃での分解特性を踏まえた検討が必要である。

第5章では、新規の食品残さであるアミノ酸ケーキについて検討した。食品残さの栄養成分では、粗タンパク質含有量が高いものは粗脂肪含有量が高いものが多い。

粗脂肪含有量が高いと給与する飼料全体での粗脂肪が高くなり給与量が制限されることになる。そこで粗脂肪含有量が少ない原料としてアミノ酸ケーキに着目した。

アミノ酸ケーキは、味液を製造した残さと発生しており、粗タンパク質が高く、粗脂肪含有量の低い原料である。またアミノ酸組成から分枝鎖アミノ酸（ロイシン、イソロイシン、バリン）の割合が 28.8% 含んでいる。分枝鎖アミノ酸は、第1胃での繊維分解能を高める報告があることからアミノ酸ケーキの繊維分解性について検討した。

試験は人工培養装置ルシテックを用いて行った。アミノ酸ケーキを含む飼料（試験区）と含まない飼料（対照区）を設けて培養を行い乾物消失率と NDF 消失率、ルシテック培養液の pH、アンモニア態窒素、揮発性脂肪酸を比較した。培養液中の総細菌数と繊維分解菌である *Fibrobacter succinogenes* と *Ruminococcus albus* の2種類の菌

数をリアルタイム PCR を用いて比較した。

結果は、乾物消失率と NDF 消失率には差が認められなかった。培養液中の pH については差がなく、アンモニア態窒素は試験区が高くなり有意差 ($P < 0.05$) が認められた。揮発性脂肪酸は、イソバレリアン酸が試験区において有意差 ($P < 0.05$) が認められた。その他の揮発性脂肪酸では差が認められなかった。

培養液中の総細菌数、*Fibrobacter succinogenes* と *Ruminococcus albus* には差が認められなかった。

これらの結果からアミノ酸ケーキは、アンモニア態窒素と揮発性脂肪酸であるイソバレリアン酸を高めるが繊維分解能を高めることは認められなかった。

第 6 章では、本研究の総括をした。本研究結果から国産資源 100%での飼料給与設計を現行給与との価格を含めたシミュレーションを行った。価格での比較では、国産資源 100%利用により搾乳牛 1 日 1 頭当たり 581.6 円のコストが下がる結果となった。

コスト面では有利性があるが、栄養設計からは代謝タンパク質 (MP) が現行より低く、粗脂肪含有量が高くなり、第 1 胃での速く分解される区分が高くなっている。

国産資源を利用するには飼料コストだけではなく生産物の品質も重要である。国産資源を利用して品質が低下しては問題となってしまふ。また食品残さの原料である加工用大豆はほとんど輸入であることからタンパク質の原料としての尿素利用やウシ自体の飼料効率を改善する改良なども重要である。