

博士論文要約（Summary）

平成 23 年入学

連合農学研究科 生物生産科学専攻

氏 名 西村慶子

タイトル	地域資源を活用した発酵混合飼料の飼料特性ならびに乳用牛への給与技術の確立に関する研究
------	--

キーワード（発酵 TMR） （地域飼料資源） （乳生産）

1. 緒論

近年，粗飼料と濃厚飼料を混合し，発酵させた混合飼料（発酵 TMR）の利用が酪農を中心に広がっており，その中で，飼料自給率向上を図るため，食品製造副産物を添加した発酵 TMR の調製が検討されている。宮崎県および鹿児島県を含む南九州には，食品製造副産物の1つである焼酎粕やトウモロコシ，飼料用イネ，飼料用ムギなど様々な自給粗飼料とそれらのサイレージが地域の飼料資源として存在している。しかしながら，それらを原料とした発酵 TMR の発酵品質や発酵に伴う化学成分の変動，乳用牛に給与した場合の栄養代謝と生産性に及ぼす影響については詳細に検討されていない。

本研究では，地域飼料資源を主体とする乳用牛のための発酵 TMR の給与技術を確立することを目的とし，カンショ焼酎粕ケーキ（SDC），トウモロコシサイレージ（CS），飼料用イネホールクロップサイレージ（RWCS）または飼料用ムギ類サイレージを利用した発酵 TMR を調製し，発酵品質および発酵に伴う化学成分の変動を検討した。また，それらの発酵 TMR を乳用牛に給与した場合の栄養代謝や乳生産に及ぼす影響を明らかにするとともに，当該飼料の経済的評価を行った。

2. 発酵 TMR の品質と発酵に伴う化学成分の変動（第 2 章）

発酵 TMR は，国内に賦存する未利用資源を飼料として活用出来，牛による良好な嗜好性をもたらすと考えられる。しかし，発酵に伴う pH や有機酸組成の変動および化学成分の変動についての報告は少ない。そこで，南九州地域で代表的な食品製造副産物であるカンショ焼酎粕を脱水処理した SDC および水田の裏作物として利用されている飼料用ムギ類サイレージを発酵 TMR の原料として利用した場合の発酵品質と発酵に伴う化学成分の変動を明らかにした。

CS，イタリアンライグラスサイレージ，RWCS および稲わらを混合した自給粗飼料に対し，乾物ベースで 10 および 20% を SDC で置き換えた混合サイレージを調製した。発酵品質は V-SCORE で 90 点以上となった。SDC 混合割合の増加に伴い，サイレージ全体の粗タンパク質（CP）含量も高まった。したがって，発酵品質や栄養価値の面だけでなく，SDC 自体の保存性のためにも上記粗飼料との混合が有効であると考えられた。

SDC を乾物ベースで 10% 混合したサイレージを含み（TMR 中に 4% 含有），主たる粗飼料源を CS または RWCS として発酵 TMR を調製した（それぞれ，CS-TMR および

RWCS-TMR 区)。その結果、発酵 TMR の V-SCORE は RWCS-TMR 区よりも CS-TMR 区で有意に高かった ($P<0.05$) が、いずれも 80 点以上であった。また、タンパク質画分は埋蔵期間よりも粗飼料源の違いにより変動するが、繊維画分はこれらの影響を受けないことを示した。

エンバク乾草 (OH) , エンバクサイレージ (OS) およびオオムギサイレージ (BS) を主体とする発酵 TMR (それぞれ, OH-TMR, OS-TMR および BS-TMR 区) を調製した。その結果, OH-TMR 区の V-SCORE は OS-TMR 区および BS-TMR 区のそれらと比べて有意に高く ($P<0.05$) , OH-TMR 区の発酵品質が優れることが判明した。また, OS-TMR 区のタンパク質は埋蔵期間よりも混合する粗飼料源の違いによる影響を強く受けたが, BS-TMR 区のそれは粗飼料源と埋蔵期間の両方の影響を受けることが示唆された。さらに, OS-TMR 区の繊維画分は粗飼料源と埋蔵期間の影響を受けなかったが, BS-TMR 区のそれは貯蔵期間よりも粗飼料源の影響を強く受けることが示唆された。

3. 発酵 TMR を給与した乳用牛の栄養代謝 (第 3 章)

一般に、牧草サイレージでは、発酵に伴い、糖類は有機酸、タンパク質は非タンパク態窒素に分解されるため、サイレージ調製後の栄養価が変動する。第 2 章では、SDC, CS, RWCS または飼料用ムギ類サイレージ (OS または BS) を混合した発酵 TMR の発酵品質は粗飼料源および埋蔵期間の影響を受けるが、化学成分は埋蔵期間よりも粗飼料源の影響を強く受けることを示唆した。しかし、それらを乳用牛に給与した場合の栄養代謝に及ぼす影響については詳細な報告が少ない。そこで、上記の発酵 TMR を給与した乳用牛の消化性、第一胃内溶液性状および窒素利用性について検討した。

SDC 混合サイレージを乾乳牛に給与した場合、SDC の混合割合は消化性ならびに第一胃内溶液性状に影響を及ぼさなかったが、泌乳牛に給与した場合、SDC の混合によって乾物および TDN 摂取量は増加した。また、SDC を混合した発酵 TMR を乾乳牛に給与した場合、粗脂肪の消化率と TDN 含量を除き、消化性ならびに第一胃内溶液性状に飼料間差はなく、泌乳牛の養分摂取量にも差はみられなかった。さらに、飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR を泌乳牛に給与した場合、CP の消化率を除き、消化性、第一胃内溶液性状および養分摂取量にも差が認められなかった。このことから、SDC の混合は消化性ならびに第一胃内溶液性状に及ぼす影響はみられないものの、養分摂取量が多くなることおよび SDC 混合発酵 TMR および飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR において、粗飼料源の違いは部分的に消化性を変化させるが、第一胃内環境および養分摂取量に影響を及ぼさないことが示された。

SDC 混合サイレージを乾乳牛に給与した場合、SDC の混合割合は窒素利用性に影響を及ぼさなかった。また、SDC 混合発酵 TMR を乾乳牛に給与しても、窒素利用性への影響はみられなかった。しかし、飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR を乳用牛に給与した場合、OH-TMR, OS-TMR または BS-TMR 区の間で糞中、尿中あるいは乳中窒素割合に有意差が認められたが、蓄積窒素割合、尿中アラントイン排泄量および微生物態窒素合成量に飼料間差は認められなかった。これらのことから、発酵 TMR を乳用牛に給与した場合、窒素利用性は粗飼料源の違いにより部分的に変化することが示された。

4. 発酵 TMR を給与した乳用牛の生産性 (第 4 章)

TMR は分離給与に比べ摂取利用バランスや第一胃内発酵の安定化により乾物摂取量を高めることが出来、現在の乳牛飼養において牛の能力を引き出すのに良い方法である。これらを発酵させた発酵 TMR について、第 2 章で SDC 混合サイレージ、粗飼料源の異なる SDC 混合発酵 TMR および飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR の発酵品質は粗飼料源や埋蔵期間に影響されるが、化学成分の変動に対しては粗飼料源の影響がより大きいことを示唆し、第 3 章では、これらの飼料を乾乳牛または泌乳牛に給与した場合、消化性および窒素利用性は粗飼料源の影響を受けるものの、第一胃内溶液性状には顕著な変化が認められないことを明らかにし、乳牛用飼料として利用できる可能性を示唆した。しかし、発酵 TMR を泌乳牛に給与した報告は少なく、咀嚼行動や乳生産に及ぼす影響についても未解明な部分が多い。さらに、乳成分のうち、機能性成分として注目されている共役リノール酸 (Conjugated linoleic acid : CLA) をはじめとする乳中脂肪酸の組成への影響についての報告はない。そこで、上記の発酵 TMR を泌乳牛に給与した場合の採食・反芻行動、乳生産、繁殖成績および乳中脂肪酸組成について検討した。

SDC 混合サイレージを含む TMR および SDC 混合発酵 TMR の粗飼料源を CS または RWCS とした場合、泌乳牛の乳量、乳成分および乳生産に対する飼料効率に影響を及ぼさなかった。また、飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR を泌乳牛に給与したところ、粗飼料価指数 (Roughage value index : RVI) は OH-TMR 区よりも OS-TMR および BS-TMR 区で高い傾向を示した (それぞれ、 $P<0.1$ および $P<0.01$) が、乳量、乳成分および飼料効率は同程度となった。さらに、これらの発酵 TMR を給与した泌乳牛の発情回帰日数、人工授精回数および妊娠期間等の繁殖成績は慣行飼料を給与した他の乳用牛の場合とほぼ同様であった。したがって、SDC 混合の混合割合および SDC 混合発酵 TMR の飼料構成ならびに飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR の主たる粗飼料源の違いは、泌乳牛の乳生産および繁殖性に影響を与えないことが示唆された。

粗飼料源が異なる SDC 混合発酵 TMR を泌乳牛に給与した場合の乳中脂肪酸組成については、CS-TMR 区よりも RWCS-TMR 区で短鎖脂肪酸が多かった ($P<0.05$)。また、飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR を泌乳牛に給与した場合の乳中 CLA 含量は、OH-TMR 区よりも OS-TMR 区または BS-TMR 区で高い傾向が認められた (それぞれ $P<0.1$ および $P<0.05$)。このことから、乳中脂肪酸組成は主たる粗飼料源の違いによって影響を受け、機能性成分が向上する可能性が示唆された。

5. 発酵 TMR の経済的評価 (第 5 章)

飼料自給率が低いわが国にとって、近年の輸入飼料の高騰・価格高止まりによる飼料コストの上昇は、畜産経営の悪化をもたらしている。畜産経営基盤の安定・強化のためには、食品製造副産物や自給粗飼料を積極的に利用した国内産飼料の給与体系の構築が求められている。前章までに SDC, CS, RWCS または飼料用ムギ類サイレージを混合した発酵 TMR の発酵品質は良好であり、それらの発酵 TMR を乳用牛に給与した場合、養分摂取、第一胃内環境、窒素出納および乳生産への大きな影響は認められないことを明らかにした。しかしながら、前章までに供試した給与飼料の生産コスト (飼料費) や乳生産効率など経済的な面からの検討はなされていない。そこで、前章までの各試験に供した各種発酵 TMR

について、泌乳牛に給与した場合の経済性を評価した。

SDC 混合サイレージを含む TMR を泌乳牛に給与した場合、SDC の混合割合によって飼料費や乳飼比に違いは認められなかった。SDC 混合発酵 TMR の粗飼料源を CS または RWCS とした場合、CS-TMR および RWCS-TMR 区の飼料費は同程度であったが、乳飼比は後者よりも前者で低い傾向を示した ($P<0.1$)。飼料用ムギ類サイレージ主体発酵 TMR の場合、OH-TMR、OS-TMR または BS-TMR 区の間で飼料費および乳飼比に区間差は認められなかった。このことから、発酵 TMR は、用いる粗飼料源の飼料単価の違いによって乳飼比を高める場合があるものの、飼料費および粗収益に影響を及ぼさないことが示された。

6. 結論

SDC, RWCS, OS および BS などの地域飼料資源を用いた発酵 TMR の発酵品質は良好であり、発酵に伴う化学成分は、主たる粗飼料源の違いによって変動することが明らかとなった。これらの発酵 TMR のうち、SDC 混合サイレージを含む TMR や主たる粗飼料源を CS または RWCS とした SDC 混合発酵 TMR および OS あるいは BS を主体とする発酵 TMR を乳用牛へ給与した場合、消化性および乳生産への影響は認められなかったことから、乳用牛の飼料として有用であることが示唆された。