

# 肉用牛飼料としてのビートパルプ添加トウフ粕サイレージの 発酵品質並びにトウフ粕サイレージの飼料価値

熊井清雄・大津直樹・福見良平・服部育男  
上田博史・井ノ口幸一郎・沢田清・泉国治

食品製造過程で副産物として併産される、いわゆる製造粕類(生粕類、Food industry byproducts)は非常に安価で栄養価に富むが、反面高水分で貯蔵性に欠ける欠点を有し、乾燥処理すれば費用がかかり、价格的に引き合わないとされている。

製造粕のなかで、最も手近で入手できるものとしてトウフ粕(オカラ)がある。最近のトウフ製造は企業の工場生産が主流となり、そのトウフ粕は我が国全体で年産、生粕として62万t、TDNとして9万tの生産が見込まれている。この保蔵性に欠ける大量のトウフ粕は排棄すると環境を著しく汚染するので、トウフ製造企業はその処理に頭を悩ませている。

そこで、筆者らは長期保蔵するためにトウフ粕をサイレージ化して肉用牛に給与すれば、トウフ粕の有効利用と生産費の過半を占める肥育牛の飼料費が低減でき、トウフ粕の処理に悩むトウフ業者と牛肉自由化によって苦境に喘ぐ畜産農家の経営を安定させる一助となるものと考え、本試験を実施したものである。

## 材料及び方法

ビートパルプ添加サイレージの調製：松山タンパク株式会社(松山市西石井)から入手したトウフ粕を供試材料として、重量比でトウフ粕3に対してビートパルプ1を混合して含水率を約60%に調整した後、乳酸菌製剤(スノーラクトL)を0.2%添加した。この調整した材料を200ℓ容ポリサイロ2基に各200kg詰込み、ビニールフィルムで密封し屋内に定置した。また対照サイレージとして別個にトウフ粕のみを同様な方法でサイロに詰込んだ。サイロは40日後に開封し、消化試験に供した。

ビートパルプサイレージの消化試験：愛媛大学農学部附属農場産の去勢和牛(肥後褐毛種×黒毛和種、平均体重380kg)3頭を供試し、スタンションで繁養した。消化試験は予備試験を14日間とし、この期間の前半中、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージをヘイキューブとともに自由採食させ、サイレージの採食性を検討した。本試験は7日間の全糞採取法で実施し、1頭当りビートパルプ添加トウフ粕サイレージを体重の0.8%、ヘイキューブを体重の1.2%それぞれ給与し、鈣塩と水は自由摂取させた。なお、飼料は朝、夕2回に分けて給与した。

分析法：飼料及び糞を通風乾燥器(80℃)で48時間以上乾燥させた後、ウィリーの粉碎器で粉碎して分析試料を調整した。一般成分は、常法、サイレージのPHはガラス電極メータ、有機酸組成はFlieg法によってそれぞれ分析あるいは測定した。

なお、ビートパルプ添加サイレージの消化試験の結果から、トウフ粕サイレージの消化率を求めたが、その方法は併用したヘイキューブの消化率を求め、サイレージ中のビートパルプ消化率を既知のビートパルプの消化率で置き換え、差引法によって求めたものである。

## 試験結果

### (1) トウフ粕の化学組成

トウフ粕の化学組成を表1に示した、この表から明らかなように、トウフ粕は高水分、高蛋白質で、炭水化物区分のNFE（可溶無窒素物）含量が高かった。トウフ粕をサイレージ化する場合、水分含量、可溶性炭水化物含量及び緩衝能が発酵品質に影響することが知られている。表1の結果が示すように高水分、低WSC及び高い緩衝能はいずれもサイレージの発酵品質を劣化させる要因であり、トウフ粕サイレージの発酵品質は以上のデータから劣るものと推定された。また、表1からトウフ粕サイレージの化学成分の内、WSC含量は粗脂肪含量に次いで変動係数（CV）が大きかったが、このことはWSC含量の影響によりサイレージ品質の変動幅が大きくなることを意味している。

表1 生トウフ粕の化学組成（乾物%）

| 区 別  | 含 水 率 | 粗蛋白質  | 粗 脂 肪 | N F E | 粗 繊 維 | 粗 灰 分 | W S C | 乳酸緩衝能 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均 値 | 78.3  | 27.7  | 9.3   | 46.2  | 12.3  | 4.3   | 7.0   | 63.1  |
| 標準偏差 | ±0.97 | ±0.82 | ±3.81 | ±4.14 | ±0.85 | ±0.23 | ±1.68 | ±5.01 |
| 変動係数 | 4.6   | 3.0   | 41.0  | 9.0   | 6.9   | 5.3   | 23.9  | 8.0   |

### (2) ビートパルプ添加サイレージの発酵品質

トウフ粕は高水分、高蛋白質で、高い緩衝能を有し、かつWSC含量が低いので、ビートパルプを重量比でトウフ粕3に対し1の割合で添加し、サイレージ材料の改善を図った。表2に示した、ビートパルプ添加サイレージは含水率が61%と低下し、WSC含量は9.8%に達し、高品質サイレージを調整するに必要とされている8%を越えた。また緩衝能も大幅に低下した。

表2 トウフ粕とビートパルプ添加トウフ粕の化学組成及び乳酸緩衝能

| サイレージ材料          | 含 水 率<br>(%) | 化学組成（乾物%） |       |       |       |        | L B C**<br>(mg/g DM) |
|------------------|--------------|-----------|-------|-------|-------|--------|----------------------|
|                  |              | 粗蛋白質      | 粗 脂 肪 | N F E | 粗 繊 維 | W S C* |                      |
| トウフ粕             | 78.6         | 28.7      | 9.2   | 45.4  | 12.6  | 5.8    | 65.7                 |
| ビートパルプ添加<br>トウフ粕 | 61.2         | 17.2      | 5.1   | 55.9  | 15.0  | 9.8    | 43.2                 |

備考 \* WSC：可溶性炭水化物、\*\* LBC：乳酸緩衝能

次にトウフ粕サイレージとビートパルプ添加トウフ粕サイレージを調製し、その発酵品質を表3に示した。この結果、トウフ粕サイレージはPHが4.8を示し、酪酸含量が極めて高く、かつ全窒素に対する揮発性塩基態窒素の比率（VBN/T-N比）が高く、フリーク評点は20点と品質的に極めて劣っていた。一方、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージはPHが3.9、乳酸含量が4.5%と極めて高

表3 トウフ粕サイレージとビートパルプ添加サイレージの発酵品質

| 区 別                   | 含水率  | PH  | 有機酸組成 (新鮮物%) |      |      |      | フリーク<br>評 点 | VBN<br>T-N (%) |
|-----------------------|------|-----|--------------|------|------|------|-------------|----------------|
|                       |      |     | 酢 酸          | 酪 酸  | 乳 酸  | 総 酸  |             |                |
| トウフ粕サイレージ             | 79.6 | 4.8 | 0.40         | 1.37 | 0.64 | 2.41 | 20          | 8.0            |
| ビートパルプ添加<br>トウフ粕サイレージ | 60.7 | 3.9 | 0.67         | 0    | 4.46 | 5.13 | 100         | 1.5            |

く、酪酸発酵が完全に抑えられた結果、VBN/T-N比が1.5%迄下がり、フリーク評点が100点の高品質サイレージが調製された。

(3) ビートパルプ添加トウフ粕サイレージの化学組成、消化率及び可消化養分

表4にビートパルプ添加トウフ粕サイレージの化学組成、消化率及び可消化養分を示した。このビートパルプ添加トウフ粕サイレージの調製法は、トウフ粕原物3に対してビートパルプ原物を1の割合で配合したものであり、配合比を変えることによって栄養比の異なるサイレージを調製できる。消化試験に基づく可消化養分は、DCP含量で13.9%、TDN含量82.2%と栄養分に富み、肥育牛飼料として好適するものと考えられた。

表4 ビートパルプ添加トウフ粕サイレージの化学組成、消化率及び可消化養分含量

| 飼 料 別                 | 化学組成 (乾物%) |     |      |      | 消化率 (%) |     |     |     | 可消化養分 |      |
|-----------------------|------------|-----|------|------|---------|-----|-----|-----|-------|------|
|                       | 粗蛋白質       | 粗脂肪 | NFE  | 粗繊維  | 粗蛋白質    | 粗脂肪 | NFE | 粗繊維 | DCP   | TDN  |
| ビートパルプ添加<br>トウフ粕サイレージ | 18.4       | 7.5 | 54.0 | 14.9 | 75      | 84  | 79  | 79  | 13.9  | 82.2 |

(4) ビートパルプ添加トウフ粕サイレージ中のトウフ粕サイレージの化学組成、消化率及び可消化養分

表5に計算上、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージからビートパルプを取り除いたトウフ粕サイレージそのものの化学組成、消化率及び可消化養分を示した。この結果、トウフ粕サイレージの一般成分は粗蛋白質で28.3%、粗脂肪14.3%、NFE40.4%及び粗繊維13.1%を示し、それぞれの消化率は75%、84%、72%及び86%であった。一方、日本標準飼料成分表(1987年版)のトウフ粕の消化率は粗蛋白質以下それぞれ85%、84%、78%及び89%であり、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージ中のトウフ粕サイレージの消化率は粗脂肪を除き、いずれの成分もトウフ粕より若干低かった。これらの結果から求められたビートパルプ添加トウフ粕サイレージの可消化養分はDCP含量で21.1%、TDN含量88.7%となり、日本標準飼料成分表によるトウフ粕のDCP含量23.9%、TDN含量89.3%に比

表5 トウフ粕サイレージの化学組成、消化率及び可消化養分含量

| 飼 料 別         | 化学組成 (乾物%) |      |      |      | 消化率 (%) |     |     |     | 可消化養分 |      |
|---------------|------------|------|------|------|---------|-----|-----|-----|-------|------|
|               | 粗蛋白質       | 粗脂肪  | NFE  | 粗繊維  | 粗蛋白質    | 粗脂肪 | NFE | 粗繊維 | DCP   | TDN  |
| トウフ粕<br>サイレージ | 28.3       | 14.3 | 40.4 | 13.1 | 75      | 84  | 72  | 86  | 21.1  | 88.7 |
| トウフ粕*         | 27.8       | 9.9  | 42.0 | 16.0 | 85      | 84  | 78  | 89  | 23.6  | 89.3 |

\* トウフ粕のデータは日本標準飼料成分表(1987年版)による。

較して、TDN含量ではトウフ粕に遜色ないが、DCP含量で若干、劣る結果となった。従って、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージ中のトウフ粕サイレージはトウフ粕よりやや劣るものの、飼料価値が優れており、肥育牛の濃厚飼料の一部を十分に代替できるものと考えられた。

なお、消化試験の予備期間中に、肉用牛と綿羊を用いてビートパルプ添加トウフ粕サイレージの採食性を検討した結果、肉用牛の日採食量は体重当たり乾物で0.8~0.9%にとどまったが、綿羊では2.0%を給与しても残飼がなく好食した。

## 論 議

以上述べたように、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージの発酵品質は極めて優れ、かつビートパルプ添加トウフ粕サイレージとそれに含まれるトウフ粕サイレージの可消化養分含量は高く、肥育牛の飼料として好適するものと考えられた。ところで、トウフ粕中の繊維質は粗剛性などの粗飼料の因子に欠けるので、多量に連続給与すると食滞や鼓脹症を起こす恐れがあるので、稲ワラ、乾草などの粗飼料を同時に給与する必要がある。また、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージを単味で給与した場合、肉用牛の採食性は必ずしも高くなかったので、給与に際しては嗜好性の高い配合飼料等と混合給与する必要がある。

今後に残された問題点としては、ビートパルプ添加サイレージを肥育牛に給与した場合、肉質に及ぼす影響がどの程度のものかについてである。この点については、トウフ粕給与によって脂肪が白く肉質には悪影響がないという報告があるが、早急にビートパルプ添加サイレージ主体の飼料配合例を作り、これによって肥育牛を飼育した場合の肥育成績、とくに肉質や増体に及ぼす影響についての研究を進める必要がある。

## 要 約

腐敗し易いトウフ粕を保蔵し肥育牛の飼料として利用するために、トウフ粕のサイレージ化を試みると同時に、肥育牛を供試してトウフ粕サイレージの飼料価値を検討した。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) トウフ粕は高水分、高蛋白質で、緩衝能も高く、かつWSC含量が低いので、そのままではサイレージ材料として不適当と考えられた。
- (2) トウフ粕サイレージとビートパルプ添加サイレージを調製し発酵品質を検討した結果、前者は酪酸サイレージとなって品質的に極めて劣ったが、後者はフリーク評点が満点の高品質サイレージができた。
- (3) 肥育牛(肥後褐毛種×黒毛和種、平均体重380kg)を供試してビートパルプ添加トウフ粕サイレージの消化試験を行った結果、可消化養分はDCP含量で19.3%、TDN含量77.9%が求められた。また、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージ中のトウフ粕サイレージの可消化養分を推定した結果、DCP含量で21.1%TDN含量88.7%が求められ、日本標準飼料成分表によるトウフ粕のそれより若干低かったが、大まかにみてトウフ粕と同等の飼料価値を有することが判った。

- (4) ビートパルプ添加サイレージの採食性を検討した結果、肉用牛では体重当たり乾物で0.8~0.9%が給与量の限界と見做された。
- (5) 以上、ビートパルプ添加トウフ粕サイレージの発酵品質並びにビートパルプ添加トウフ粕サイレージとビートパルプ添加サイレージ中のトウフ粕サイレージの飼料価値を明らかにした。今後の課題としては、ビートパルプ添加サイレージで肉用牛飼料の一部を代替した場合の肥育成績、とくに肉質について検討する必要がある。