

# 乳蛋白質率向上を目的とした 乳牛飼養法の確立と栄養診断法

## —豆腐粕のサイレージ化および TMR 利用による 生産性向上ならびに第一胃内分解性—

水谷 将也・山本 泰也

畜産部

### 要 旨

産業廃棄物として扱われている豆腐粕の有効利用と乳生産向上を目的に、サイレージ調製試験と乳牛への給与試験、及び第一胃内での豆腐粕等の分解性について検討した。

豆腐粕は高栄養飼料ではあるが水分が多く、腐敗しやすい。

この欠点を克服するため、TMR 調製やその後の保管方法について検討した結果、添加剤の種類や、その有無による保管時の発熱反応の違いは認められず、保管方法はビニール等による空気の遮断が、発熱防止に有効であることが明らかとなった。

乳牛への給与試験は暑熱ストレスの高い時期に、豆腐粕区（試験区）として給与上限に近い量の豆腐粕を TMR 飼料に混合調製し、対照区は豆腐粕に相当する加熱圧扁大豆及び脱脂大豆を TMR 飼料に混合調製した。

その結果、飼料摂取状況、産乳成績とも両区間に有意な差は認められなかった。

しかし血中および乳中の尿素窒素は、豆腐粕区より対照区で高い傾向が見られた。

さらに給与試験で TMR 素材として使用した豆腐粕、加熱圧扁大豆、脱脂大豆の、第一胃内での消化状況をナイロンバッグ法で調査した。

その結果、乾物及び粗蛋白質の消失率は、いずれも脱脂大豆が高く、加熱圧扁大豆は低かった。

また生の豆腐粕は乾物および粗蛋白質消失率が脱脂大豆と類似していたが、サイレージ化した場合は、加熱圧扁大豆の消失率に近かった。

キーワード：豆腐粕利用；サイレージ調製；泌乳成績；尿素窒素；第一胃内分解性

### 緒 言

豆腐粕は大豆から豆乳成分が取り去られた残さであるが、消化率の高い蛋白質や脂肪に富み、かつ消化性の高い炭水化物的な繊維も多く含まれ、トウモロコシ並みの高蛋白、高エネルギー良質飼料と言える。

しかし現状は生大豆1俵（60kg）より、70～80%の水分を含む豆腐粕が80～90kg発生し、全国では年間約50万トンとも70万トンとも言われる量におよぶ「おから」が排出される。

そして後始末に困り、多くが産業廃棄物として焼却や埋め立て処分され、年々その割合が増加している。<sup>1), 2)</sup>

また再利用されるものは飼料が70%で、肥料が16%、食品が4%と言われている。<sup>3)</sup>

これは豆腐粕の水分含量が高いため腐りやすく、収集、運搬等、取り扱いが難しいことや、家畜の飼料素材として組み入れにくいこと等、流通面、利用面にそれぞれ問題があるためだが、栄養価が高い食品製造副産物を活用せずに焼却等で廃棄するのは、資源の有効利用、循環型社会を目指している今日、地球環境保全をも含め大きな損失である。また業界調査によると生豆腐粕1kg当たり乾燥や焼却の経費は10円程度とされており、<sup>4)</sup> 処分経費も高額となる。さらに資源循環型社会構築の必要性から、生物系廃棄物のリサイクルを考えて行かなければならない。

本県の酪農を含めた畜産農家でも、少数ではあるが新鮮なものを自ら引き取りに行き、無償で入手し、実際に利用している。

そこで豆腐粕について乾燥処理等の経費を出来るだけ少なく、しかも飼料として安定した品質と嗜好性を確保し、乳質の向上を図るため、サイレージ化と、サイレージ調製した豆腐粕の給与試験を行うとともに、第一胃内での分解性についても調査し、有効な活用方法を検討した。

## 材料及び方法

### I 豆腐粕のサイレージ化およびTMR 飼料保管試験

#### 1. 供試飼料

供試した豆腐粕は、津市I乳業において豆乳生産時に生ずる「おから」で、新鮮なものを譲り受けた。

この「おから」は、次の工程を経て生じたものである。

①米国産大豆100%を次亜塩素酸ソーダ100ppmで洗浄、②20℃の水に6～8時間浸漬、③加水しながら磨砕、④104℃4分間蒸気釜で豆乳を抽出、⑤遠心分離器（スクリュエデカンター、3,500G）で豆乳とおから（含水率約83%）に分離。

#### 2. 試験区分・試験期間

##### ○実験1：豆腐粕のサイレージ化試験

試験期間は1998年6月23日から1998年7月21日までとした。

表1に配合割合を示すとおり、豆腐粕10kgに水分調整用としてビートパルプ2kgと一般ふすま1kgを混合し、ビニールで密封した後、20リットル容量のプラスチックコンテナに入れて4週間、室温保管した。

表1 サイレージ化材料の配合量と割合

	原物配合量	乾物配合量
豆腐粕生	10kg	2.3kg (46.7%)
一般ふすま	1kg	0.9kg (17.6%)
ビートパルプ	2kg	1.8kg (35.7%)

表2に豆腐粕サイレージの乾物での成分分析値を示すが、水分は調整剤として加えたビートパルプ、一般ふすまによって、61.3%と生豆腐粕（水分調整直前で平均76.5%）よりも低い値になった。

表2 豆腐粕素材サイレージの乾物中成分分析値（%）

水分	DM	CP	EE	CF	NDF	Ash	NFE
61.3	38.7	21.2	10.2	14.8	32.6	5.7	48.1

DM：乾物 CP：粗蛋白 EE：粗脂肪 CF：粗繊維  
NDF：中性デタージェント繊維 Ash：粗灰分  
NFE：可溶性無窒素物

試験区として2種類のサイレージ調製用の市販乳酸菌を0.05%添加したS添加区、上記乳酸菌に繊維分解酵素を加えた市販品を0.05%添加したSG添加区、そしてサイレージ調製用の添加剤を使用しない無添加区の3区を設定し、各中心部の温度と水分含量を1週毎に測定した。

##### ○実験2：調製TMRの保管試験

TMRに調製した給与試験用飼料を、サイレージ発酵品質保持を目的とした添加剤の使用有無とその種類により、通常の倍量の0.1%乳酸菌添加区、0.5%蟻酸添加区、そして無添加区の3区を設定し、冷房（20～24℃）または冷蔵庫（6～7℃）内で1週間保管してから室温（28～33℃）に移した。

なお調製TMRを短期間貯蔵する場合には、ビニールや容器等の密封用資材や密封の手間を省けないかを検討するため、0.5%蟻酸添加区は密封を行わず、飼料温度の変化を調査した。

実験は1998年7月24日から8月10日まで実施した。

##### ○実験3：夏期における室温下での保管

給与試験に用いた豆腐粕サイレージ添加と無添加TMRをビニールで密封し、1998年夏期に20日間室温保管し、飼料内温度の推移を調査した。実験は8月13日に開始し9月1日に終了した。

### II 豆腐粕のTMR利用による生産性向上試験

#### 1. 試験期間

給与試験は1998年8月13日～9月25日にかけて1期14日（予備給与期間10日、試験期間4日）で3期42日間実施した。

##### ① 供試牛及び試験区分

分娩後37～102日（平均79.5日）2～3産の泌乳最盛期牛4頭（平均乳量38.2kg、乳脂率2.53%、乳蛋白質率2.75%、無脂固形分率8.05%）を供試牛として用い、1区2頭の反転法で試験した。

##### ② 供試飼料および給与方法と期間

豆腐粕区は既述のようにあらかじめ、豆腐粕、一般ふすま、ビートパルプの3種を混ぜ合わせ、表3に示した配合で、さらに繊維分解酵素を含む乳酸菌製剤0.05%とともに混合し、約1か月間サイレージ化したものであり、これをTMR飼料材料として混合給与した。

豆腐粕単体としての乾物割合は9.3%であった。

また対照区は豆腐粕の代りに加熱圧扁大豆、脱脂大豆を配合し、水分含量を揃える（30%）ために加水した。

なお粗飼料として用いた乾草（えん麦、アルファルファ）は、5cmに切断してTMRに混合、調製した。

供試飼料の分析値を表4に示したが、両区の間栄養

表3 供試飼料（乾物での配合割合）

配合割合	豆腐粕区	対照区*
えん麦乾草	17.6	18.0
アルファルファ乾草	14.0	14.3
ハイキューブ	7.0	7.1
トウモロコシ	17.3	17.7
皮付き圧扁大麦	5.2	5.4
加熱圧扁大豆		3.6
脱脂大豆		3.6
豆腐粕（サイレージ）	9.3	
一般ふすま	3.5	3.6
ビートパルプ	7.1	7.3
コーングルテンフィード	5.2	5.4
コーングルテンミール	1.8	1.8
綿実	9.0	9.2
糖蜜	1.4	1.5
タンカル	0.4	0.4
食塩	0.4	0.4
重曹	0.8	0.8

\*：対照区は豆腐粕区と同水分にするため加水実施

価はほぼ同一のものとなった。

またTMRの飼料単価は、豆腐粕区で31.3円/kg、対照区で35.9円/kgとなった。

TMR養分濃度は、搾乳牛一群での不断給餌を想定し、直近の検定成績からリードファクター（{群の平均乳量+群の標準偏差}÷群の平均乳量で算出した値）を求めて、これに群の平均乳量（いずれの平均乳量も4%乳脂率補正乳量を使用）をかけたものを設定乳量として算出し、2産、乳量30.3kg、乳脂率4.0%、体重691kgの条件で乳牛日本飼養標準（1994年度版）に従い決定した。

給与量は1日1頭あたり原物で40kgとし、残飼が無い場合は増給した。

### ③ 飼育管理方法

搾乳はバケットミルクカーを用い朝8時30分、夕方5時の2回搾乳で、午前11時から午後2時まではパドックに放牧し、飼料は牛舎内スタンション収容中に、1日量を2回に分けて給与した。

### ④ 調査項目と測定

乳量および乳質（乳脂率、乳蛋白率、乳糖率、無脂乳固形分率、体細胞数）や飼料摂取量（残食秤量）、臨床検査（体重、ボディコンディション等）、血液生化学的検査（TP、GOT、BUN、T-Cho）、乳中尿素窒素量を調査した。

乳質各項目の測定は三重県酪農業協同組合連合会の酪農指導センターに依頼（コンピフォス250のミルコスキャ

表4 TMRの組成分析値

分析値	豆腐粕区	対照区
DM	70.5%	70.9%
CP	16.2	17.0
TDN	74.2	73.3
EE	5.8	4.8
NFE	53.8	54.3
CF	17.1	16.5
NDF	36.1	35.3
NFC	34.8	35.4
飼料単価 (円/kg)	31.3	35.9

TDNは飼養標準消化率から推定

ン255とフォソマチック250で測定)した。

血液生化学的検査のための採血は、朝、搾乳終了後の10時とし、血清総蛋白(TP)は日立蛋白計による屈折法、GOTはReitman-Frankel法（エステルエステストワコー）、血中尿素窒素(BUN)はウレアーゼ・インドフェノール法（尿素窒素B-テストワコー）、総コレステロール(T-Cho)はコレステロールオキシダーゼ・DAOS法（コレステロールEテストワコー）、乳中尿素窒素(MUN)は乳中尿素量試験紙（アゾテスト）及び、ウレアーゼ・インドフェノール法（尿素窒素B-テストワコー）により測定した。

## Ⅲ 第一胃内での分解性の比較試験

### 1. 試験期間

実験は1999年6月28日から7月22日にかけて、豆腐粕をそのまま凍結保管したものと、豆腐粕に乳酸菌製剤を0.05%添加し2週間密閉保管したものを、加熱圧扁大豆そして脱脂大豆の4種類について、豆腐粕以外は約5mmに微細切した後、第一胃内における乾物および粗蛋白質の消失率を比較検討した。

なおこの試験では豆腐粕単体での第一胃内分解性を検討するために、豆腐粕に直接乳酸菌を添加し、サイレージ化して使用した。

この豆腐粕の水分含量は78.2%であったが、80%以下であれば水分調整剤を使わなくても乳酸菌、セルラーゼ、糖等を添加し1～2週間の密閉保管で乳酸発酵が起こるとされている<sup>6)</sup>ので給与試験時と同程度にサイレージ化された豆腐粕とみて、分解性試験に使用した。

### 2. 供試牛及び試験区分

第一胃フィステル装着乾乳牛2頭を用い、前述4種類の飼料をナイロンバック（100×150mm、300メッシュ）に50gづつ入れて第一胃内に投入し、0、3、6、12、

24時間後の各飼料の消失率を調べた。

### 結果および考察

#### I 豆腐粕のサイレージ化およびTMR 飼料保管試験

##### ○実験1：豆腐粕のサイレージ化試験

生豆腐粕(水分76.8%)に一般ふすまとビートパルプを配合し、水分を約60%に調整した後、乳酸菌(S区)やこれに繊維分解酵素を添加した区(SG区)、そして無添加区を設け、夏期に密封保管し、経時的に飼料の温度と水分の推移を比較した。表5に見られるように、いずれの区においても2週目に2~3℃上昇したが、3週目以降は25℃前後で安定し、発熱を伴う変性は起こらなかった。

水分含量も4週目にやや増加傾向であったが、処理区間に差はなく、腐敗臭もなかった。

表5 豆腐粕素材サイレージ化後の温度・水分変化

経過 日数	気温	中心温度・水分					
		S添加区		SG添加区		無添加区	
1週目	33℃	24℃	60.7%	26℃	60.1%	24℃	62.1%
2週目	32	27	60.1	28	59.4	27	61.5
3週目	25	25	60.1	25	60.1	24	61.2
4週目	27	25	64.1	25	64.0	25	64.8

注)三区ともビニール密閉実施

この結果は、今井らが既に指摘しているように、生産された豆腐粕は出来るだけ速やかに、かつ衛生的に密封保管し、内部の嫌気状態が維持できれば、サイレージ用添加剤を使用しなくても、ある程度までは乳酸発酵が保持できる<sup>7,8,9)</sup>と考えられた。

##### ○実験2：調製TMRの保管試験

好気性の変敗や発熱を防止するためには、前述の結果から密封保管が最重要と考えられたが、調整TMRの短期的な保管の場合、サイレージ用添加剤(蟻酸製剤)を活用し、ビニールや容器等の密封用資材を使わず、手間を省くことが可能かを検討する目的で実施した実験結果を表6に示す。

ビニールで密閉された乳酸菌添加区や無添加区は、20℃の冷房室において急激な発熱は認められなかった。

一方、密閉せず空気に接触する条件にさらされた蟻酸添加区は保管開始の翌日には45℃の高温となった。

また6℃冷蔵ではビニール密閉を行わなかった蟻酸添加区でも、室温と同程度の5℃が維持された。

しかし28℃以上の室温への移動後は、ビニール密閉された乳酸菌添加区や無添加区では、室温と同程度の28℃前後で推移したが、ビニール密閉を行わなかった蟻酸添加区は、40℃前後に急上昇し、室温より10℃程高くなった。

このことから、特に夏期には、発熱防止を目的として

表6 保管温度条件と添加剤や密閉の有無によるTMR 飼料温度の推移

経過日数	冷房室温	0.1% 乳酸菌			0.5% 蟻酸			無添加
		0.1% 乳酸菌	0.5% 蟻酸	無添加	0.1% 乳酸菌	0.5% 蟻酸	無添加	
0	20℃	31℃	31℃	29℃	6℃	24℃	24℃	22℃
1	22	26	45	25	6	9	5	8
2	22	25	40	24	6	6	4	5
3	22	27	40	24	6	4	4	5
4	23	25	36*	24	7	5	4	5
5	24	25	36*	25	6	5	5	5
6	22	24	36*	24	6	5	5	5
7	22	25	36*	25	6	6	5	6
室温                      これ以降、冷房・冷蔵室から全て室温保管に変更								
8	28℃	28℃	38℃*	27℃		26℃	31℃	26℃
9	33	29	37*	28		28	42	27
10	33	28	38*	28		29	43	28
13	29	29	36*	28		29	38	28
14	30	28	36*	27		28	40	28
15	28	28	36*	28		28	44	28
17	31	27	32*	27		28	40*	27

注) 0.5%蟻酸添加区のみ開始時からビニールによる密閉実施せず

\* : 白カビ発生

表7 豆腐粕サイレーズ添加 TMR の夏期室温保管試験

経過日数	室温	添加区	無添加区
0	32℃	31℃	30℃
1	33	32	30
4	30	30	28
6	33	31	29
7	31	30	28
8	31	30	28
13	31	29	28
14	29	29	28
15	28	29	28
19	29	28	30

注) 両区ともビニール密閉実施

表8 飼料摂取状況

	豆腐粕区	対照区
DMI (kg/日)	22.9	21.9
体重 (kg)	653.7	652.5
乾物体重比 (%)	3.50	3.36
BCS *	2.63	2.71
TDN 充足率 (%)	97.9	94.8
CP 充足率 (%)	105.6	109.1
CF 充足率 (%)	96.7	90.3
NDF 充足率 (%)	99.2	94.1

\* : ボディコンディションスコア

市販されているサイレーズ用添加剤を用いても、密閉して空気を遮断しなければ、調製後短時間で好気性菌等の微生物による二次発酵が起り、腐敗する可能性が高いことが明らかとなった。

#### ○実験3：夏期における室温下での保管

TMR のうち豆腐粕サイレーズ添加区、無添加区を夏期の室温下で密閉保管した時の飼料温度を表7に示した。

その結果、処理期間中、豆腐粕サイレーズ添加区は無添加区より1～2℃ほど高かった。

しかし両区とも室温と同程度で、発熱等の異常は認められず、確実に空気を遮断し密閉すれば、サイレーズ化した豆腐粕添加の有無にかかわらず、20日程度の長期保管は可能と考えられた。

## II 豆腐粕の TMR 利用による生産性向上試験

給与試験に用いた TMR の飼料単価は、豆腐粕区で31.3円/kg、対照区で35.9円/kgで、1頭1日あたり40kg給与の場合、豆腐粕区が184円安価となった。

粕類を使用する場合、特に豆腐粕のような高水分の生粕では、少なくとも庭先までの運搬費込みで8円/kgを

表9 産乳成績

	豆腐粕区	対照区
乳量 (kg/日)	37.0	34.4
乳脂率 (%)	3.54	3.91
乳糖率 (%)	4.30	4.32
乳蛋白質率 (%)	2.74	2.73
SNF 率 (%)	8.04	8.05
体細胞数 (万/ml)	80.8	29.5
乳脂肪量 (kg/日)	1.31	1.33
乳糖量 (kg/日)	1.63	1.53
乳蛋白質量 (kg/日)	1.02	0.97
SNF 量 (kg/日)	3.03	2.86

越えない範囲、理想的には6円/kg以下が単価の目安となるが<sup>12)</sup>、豆腐粕が無償で入手出来たため、豆腐粕を利用しない対照区に比べて飼料費は安くなった。

飼料摂取状況を表8に示した。乾物摂取量は豆腐粕区でやや多く、各充足率もCP以外は豆腐粕区がやや高い成績であったが、両区間に有意差は認められなかった。

産乳成績は表9に示すとおり、乳量は豆腐粕区がやや多く、乳脂率は豆腐粕区が低い値であった。しかし乳蛋白質率も含めて泌乳成績では、両区間に有意差は認められなかった。

乳脂率がやや低かった原因として、豆腐粕区の TMR 組成中の、粗脂肪は5%ほどだが、豆腐粕原料である大豆由来の不飽和脂肪酸が、粗繊維の分解を妨げた可能性が示唆された。<sup>10)</sup>

給与試験を実施したのは暑熱時期であり、しかも生理的に泌乳量に対して、乾物摂取量が追いつきにくい泌乳最盛期であった。

また給与試験に用いた TMR の栄養水準(場内成績から2産、乳量30.3kg、乳脂率4.0%、体重691kgの条件)は、一群管理を目標にして決定したもので、仮に試験牛だけのリードファクターより求めた設定乳量45kgと比べると、泌乳最盛期牛にとっては栄養価がやや低い設定の TMR であるため、TDN等の充足率は100%を下回る成績になったと考える。

しかし夏期にもかかわらず TMR 飼料のため、粗飼料の摂取低下は見られなかったと考えられ、CF、NDF 充足率は100%を下回ったものの、乳脂率の極端な低下は認められなかった。

ただし乳蛋白質率、無脂固形分率等は低く、生理的に乳成分が最も低下する泌乳ステージでのこれらの成分向上は成し遂げられなかった。しかし粕類を用いた TMR で十分な乾物摂取量が確保され、乳蛋白質率も対照区と比べて遜色がない成績であった。



また更なる泌乳成績向上には、一群 TMR 給与であっても泌乳最盛期の高泌乳牛へは、何らかの補助飼料による栄養価の補充が必要と思われるが、いたずらに飼料濃度を上げて余分な栄養成分を体外へ排出させてしまうよりも、第一胃発酵を重視したバランスのとれた飼料で、乾物摂取量を向上させるような飼料調整を検討する方が、実際的と考える。

血液や乳汁の検査成績を表 10 に示した。

なお、測定値の判定は、北海道農業共済組合連合会の木田<sup>5)</sup>が昭和 62 年度～平成元年度の検診結果より作成した基準値等を参考にした。TP, GOT の値は両区間に大差なく、GOT がともに高いことは、肝機能に対する暑熱ストレスの影響が示唆され、また T-Cho は豆腐粕区がやや低値であったが、両区間に有意差はなく、いずれも基準値内であった。

血中および乳中尿素窒素は酵素法（尿素窒素 B テストワコー）では、対照区でやや高い傾向が認められ、また定性的方法ではあるが、乳中尿素窒素濃度測定用試験紙（アゾテスト）の表示値から換算した MUN 推定値は、両区間に有意差（ $P < 0.01$ ）が認められた。

表 10 血液・乳汁検査成績

	豆腐粕区	対照区	基準値
TP	7.4	7.2	7.0~8.2 g/dl
GOT	99.5	99.1	47~77 KarmenU
T-Cho	208.7	221.0	118.4~240.6 mg/dl
BUN	17.7	20.9	10.3~19.5 mg/dl
MUN-アゾ <sup>1)</sup>	12.1 A	14.8 B	11.8~18.4 mg/dl
MUN-B <sup>2)</sup>	17.5	20.5	同上

- 1) 乳中尿素窒素濃度測定用試験紙（アゾテスト）で算定
- 2) 酵素法（尿素窒素 B テストワコー）での測定値  
異符号間に有意差有り（ $P < 0.01$ ）

これは対照区では豆腐粕区と比較して、飼料中に占める第一胃内分解性蛋白質の割合が多く、第一胃内でのアンモニア発生がより多かったため、第一胃壁から吸収された過剰アンモニアが血中から門脈をへて肝臓に運ばれ、より多くの尿素に解毒合成された結果と推察された。

この点を明らかにするため、給与試験に用いた蛋白性飼料原料を用い、第一胃内分解性試験を実施した。

今回の給与試験結果から、暑熱ストレスの多い時期に泌乳最盛期牛に対し、混合限界量に近い割合の豆腐粕を TMR 素材として活用することは可能であり、豆腐粕の入手や保管経費を含む単価次第で、経費を少なくすれば生産コスト低減につながると思われる。

### III 試験飼料の第一胃内分解性の比較検討

給与試験に用いた 2 種類の TMR の材料の中で、飼料素材として異なる豆腐粕、加熱圧扁大豆、脱脂大豆について第一胃内分解性を比較し、結果を、図 1, 2 に示した。

乾物消失率（図 1）では、脱脂大豆が最も高く、次いで生の豆腐粕が高く、特に 12 時間以降、脱脂大豆とほぼ同程度の高い消失率であった。

また加熱圧扁大豆は豆腐粕サイレージと同程度に推移し、第一胃投入 24 時間後には、いずれも脱脂大豆より 15% ほど低い乾物消失率であった。

粗蛋白質の消失率は図 2 に示すように、生の豆腐粕が最も高く、特に第一胃内投入後 3 時間目の早期に 40% を越える高い消失率を示し、脱脂大豆よりも常に高く推移した。

一般に加熱圧扁大豆は加熱処理（130~150℃）によって第一胃内で分解されにくい蛋白質の割合が高く、本試験においても、脱脂大豆に比べ消失率が低かった。

また一時間以内でルーメン溶液に溶出し、微生物の分解を受けてアンモニアになる溶解性蛋白質を、本試験にお

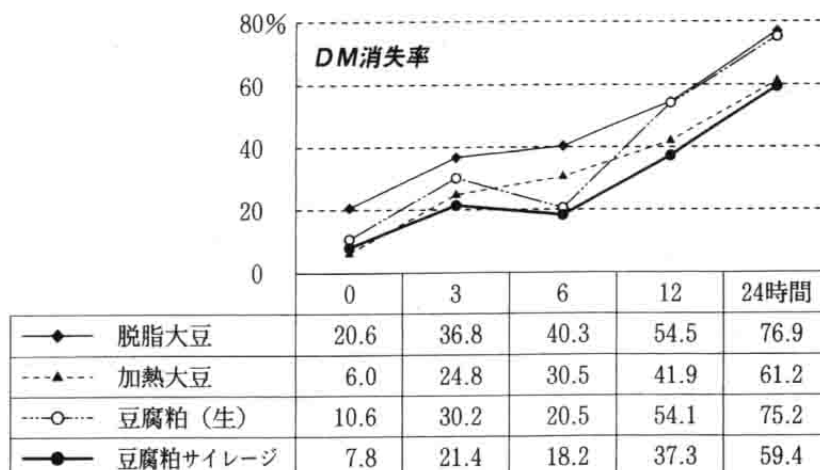


図 1 第一胃内における乾物消失率の推移

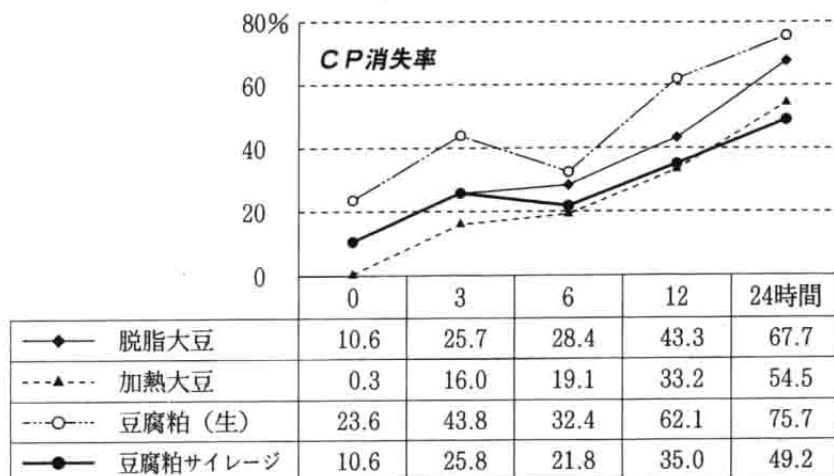


図2 第一胃内における粗蛋白質消失率の推移

ける3時間内での粗蛋白消失率から推定すると、加熱圧扁大豆で最もその割合が低いと考えられた。

豆腐粕サイレージは第一胃内投入後3時間目には脱脂大豆と同様の消失率であったが、それ以降は加熱圧扁大豆と同程度の消失率で推移した。

生の豆腐粕の第一胃内乾物及び粗蛋白質消失率については、北陸地域重要新技術開発促進事業（研究期間：平成8～10年度）の報告成績<sup>11)</sup>と同様のパターンを示し、分解速度が高い結果であった。

豆腐粕がサイレージ化した場合、生のものと比較して、第一胃内での分解性がやや低下した理由は解明できず、発酵品質調査を含めて、なお多くの試験が必要と考えられる。

しかし給与試験結果において、乳牛の蛋白質栄養の指標である血中および乳中尿素窒素値は、豆腐粕サイレージよりも、加熱圧扁大豆や脱脂大豆を用いた対照区で高い傾向が見られたことから、今回の豆腐粕粗蛋白質の第一胃内分解性は、「生粕」よりも「サイレージ」の分解性の結果をもとに検討の方が妥当と考えられる。

豆腐粕の給与量は分離方式では原物で最大5kg/頭程度が上限で、TMRでは原物で15kg/頭程度まで乳量・乳質に影響なく使えるとされている。この際第一胃における分解性が早いことを考慮して、加熱圧扁大豆や圧扁トウモロコシを増やし、良質繊維や澱粉、バイパス蛋白質の割合を高めて、豆腐粕の早い消化性をカバーする給与設計が良い<sup>12)</sup>とされている。しかし、今回の給与試験や第一胃内分解性の成績からは、サイレージ化した豆腐粕の場合は、生の豆腐粕ほど早い消化性を考慮しなくてもよい可能性もあり、今後も検討すべき課題と考える。

いずれにせよ豆腐粕を利用する場合には、安定した貯蔵法で出来るだけ早く空気との接触を断ち、密閉することが肝要<sup>13)</sup>であり、発生工場での迅速な密閉保管が最善

と言える。

さらに水分調整もかねて、他の飼料素材との混合、サイレージ化、周辺地域にTMR供給センターが整備され、豆腐粕の高水分をTMRの水分調整のために活用する等々によって、産業廃棄物として排出された豆腐粕が効率良くリサイクル可能となれば、昨今、廃棄物処理の規制強化や再利用が叫ばれているなかで、地球環境にとっても非常に有益であると思われる。

#### 引用文献

- 1) 三浦俊治, 北村亨 (1999) : アクレモを利用した豆腐粕サイレージの調整方法, 牧草と園芸, 47 (11), 15-17
- 2) 有機質資源化推進会議編 (1997) : 「有機廃棄物資源化大辞典」, 農山漁村文化協会, 189-348
- 3) 渡辺篤二 (1994) : 大豆加工食品副産物(おから)の高度利用技術の開発, 農林水産研究ジャーナル, 17 (8), 6-11
- 4) 今井明夫 (1996) : もっと豆腐粕を上手に使おう—豆腐の保存・流通と給与—, Dairy Japan, 7, 36-41
- 5) 木田克弥 (1991) : 家畜診療巡回車の活動状況と課題, 家畜診療, 338, 21-27
- 6) 石田聡一 (1997) : 食品製造粕のサイレージ化技術, 牧草と園芸, 45 (3), 10-13
- 7) 今井明夫, 小柳渉, 宮腰雄一, 関誠, 斉藤平三郎 (1996) : 北陸農業研究成果情報, 11, 92-93
- 8) 大桃定洋 (1991), 食品製造副産物(粕類)のサイレージ調整技術, デイリーマン, 5, 48-49
- 9) 久保田義正, 古川里貴, 荒智 (1994) : 食品製造粕の有効利用, 日畜会報別, 88, 89
- 10) 佐藤正三監訳 : 乳牛NRC飼養標準第6版 (1988・1989年改訂版), 59, 東京, デーリィ・ジャパン社, 1990
- 11) 北陸地域重要新技術開発促進事業報告書 (新潟県, 福岡

県, 大阪府, 静岡県の各公設試) (1999) : 食品製造副産物の飼料特性を活用した乳用種肥育牛の良質肉低コスト生産技術, 13-14

12) 片山信也 (1998) : 食品製造粕 (生粕) をうまく利用するために知っておきたいこと, Dairy Japan, 4, 23-31  
13) 今井明夫 (1997) : 身近な食品製造副産物の有効活用, 畜産コンサルタント, 3, 29-35

A purpose for milk protein improvement in rate, establishment of a breeding method to the Dairy Cows and examination of a nourishment diagnosis law  
Utilization of Draff of Soybean Curd for Silage and TMR and its Degradation in the Rumen.

Masaya MIZUTANI and Yasunari YAMAMOTO

**Abstract**

We carried out several experiments to improve the productivity of milk by utilizing draffy matter of Soybean curd.

We tried to prepare the silage by the use of draff of Soybean curd alone and with or without adding agents and fed dairy cows with fodder prepared silage.

Furthermore the degradation patterns of fed protein in the rumen were also examined by a nylon-bag method.

The draff of bean curd is liable to conput due to its high water content, although it is one of the most nourishing fodder.

Then, the rise of temperature was under various conditions, and no recognizable efficacy was found by adding any agents to draff of Soybean curd after preparing Total Mixed Ration (TMR).

It is rather of importance to prevent the heat from generating and to seal off the air by using air-tight vinyl film.

The feeding tests of dairy cows were conducted under hot Summer season to examine the quality and quantity of milk produced and blood ingredients.

The fodder of draffy matter of Soybean curd within the upper limit mixed with the TMR (obc-plot) was compared with those of heat-compressed Soybean and Soybean meal which substituted partially for draff of Soybean curd (control plot).

In fodder intake and milk production no difference was found between both plots.

Urea nitrogen levels in blood and milk for control plot were higher than for DBC-plot.

Results of rumen digestion tests revealed that the digestion rates of dry matter and crude protein were a higher soybean meal than for heat-compressed soybean.

Crude draff of Soybean curd showed the same digestion rates of dry matter and crude protein as those of the soybean meal but their digestion rates of the draff, when prepared silage, were similar to those of heat-pressed Soybean.

**Key words** : Soybean curd utilization ; silage regulation ; milk production ; rumen degradation pattern ; urea nitrogen