

# 地域資源活用型 TMR センター構築による飼料自給率向上システムの確立 —モヤシ屑の飼料化技術の検討—

有安則夫・長尾伸一郎・串田晴彦\*

## Examination of rubbish of bean sprout fodder making technology

Norio ARIYASU, Shinichirou NAGAO and Haruhiko KUSHIDA

### 要 約

モヤシ屑の飼料化を図るため、飼料成分分析、消化特性試験、飼料給与による泌乳試験を実施した。

飼料成分は乾物での粗蛋白質が約 19%と、高タンパクな飼料である一方、ADF も 50 % と高く、消化性の劣る繊維が含まれていた。また、消化特性試験の結果、乾物の消失率は低く、実際の消化率と相関が高いとされる 48 時間後の消失率は 58 % であった。また、サイレージ化による保存性試験の結果、サイレージの発酵品質は各区とも pH が 3.8 ~ 4.2 と低く、VBN/T-N (揮発性塩基態窒素/全窒素) も良質発酵の目安とされる 10 % 以下の 3.0 ~ 6.2 % と良好な発酵品質を得ることができた。

モヤシ屑の飼料給与による泌乳試験は、対照区にアルファルファ乾草を用い、粗蛋白質にポイントを置いて設計し、搾乳牛 4 頭を用い発酵 TMR での給与体系としたが、飼料にモヤシ屑を添加しても飼料摂取量に影響はみられず、また、泌乳量、乳成分にも差は認められなかった。

以上のことからモヤシ屑は、高蛋白で高い栄養価を持つ副産物であり、飼料として十分に利用が可能であることが示唆された。

キーワード：モヤシ屑 飼料成分 消化特性 泌乳試験

### 緒 言

食品リサイクル法が改正され、食品製造副産物 (以下、副産物) は、堆肥化に優先して飼料化することが求められている。また、飼料自給率向上を図るためには自給飼料の増産はもとより、食品工場等から排出される未利用資源を家畜の飼料として活用することが有効であるが、含まれている成分や家畜に対する影響など、飼料として利用する上での問題点が多いことも事実である。

一方、酪農経営においては、乳価の低迷や輸入飼料の高騰等により農家収入が低下している。そのため、生産コストの低減は急務の課題であり、副産物を TMR の素材として利用することの重要性が認識されつつある。

当センターでは従来から副産物の飼料利用を推進するため、各種副産物の特性把握と調製技術について検討している。今回取り組んだモヤシ屑は、緑豆モヤシ製造に際して発生する、緑豆の豆部分と根を主としたもので、1 年を通してほぼ毎日排出 (約 4t)、廃棄されている。

今回、このモヤシ屑の飼料化について若干の知見が得られたので報告する。

### 方 法

試験 1 : モヤシ屑の飼料価値、消化特性及び保存性の調査。

ア) 飼料分析方法

水分 (MO)、粗蛋白質 (CP)、粗脂肪 (EE)、可溶性無窒素物 (NFE)、粗繊維 (CF)、粗灰分 (CA) 以上の一般 6 成分は公定法、酸性デタージェント繊維 (ADF)、中性デタージェント繊維 (NDF) はデタージェント分析法で行った。

なお、モヤシ屑はそのままでは水分が 90 % を超えているため、2 回搾汁を行い水分を 60 % 程度に調整したものをを用いた。

イ) 消化特性試験

フィステル装着したホルスタイン種搾乳牛を用いて、ナイロンバック法による第一胃内消化特性試験を実施した。試料は 2mm メッシュで粉碎し、

ナイロンバックに入れ、一定時間（3 時間から 72 時間）牛の第一胃内に入れ消失率を計測した。

#### ウ) サイレージ化による保存性試験

モヤシ屑の中長期保存を目的に保存性試験を実施した。モヤシ屑は成分分析時と同様、2 回搾汁したものを用い、モヤシ屑のみの区、モヤシ屑にフスマを重量比で 20% 添加して水分を 50 % に調整した区、フスマを重量比で 42% 添加して水分を 40 % に調整した区、モヤシ屑にビートパルプを重量比で 14% 添加して水分を 50 % に調整した区の 4 つの区を設定した。また、乳酸発酵を促進するため、全ての区に乳酸菌（アクレモ）を添加し、2 ヶ月間保存後、有機酸組成等の分析に供した。

#### 試験 2：モヤシ屑の飼料給与による泌乳試験。

ア) 当時繁養ホルスタイン種成雌牛 4 頭を 2 頭づつ 2 群に分け予備試験期間 1 週間、本試験 5 日間を I 期とする二重反転法により給与試験を実施した。試験牛の概要を表 1 に、試験設定を表 2 にそれぞれ示した

表 1. 試験牛の概要

区分	生年月日	産次	分娩月日
牛群 1	H14. 07. 01	3	H19. 02. 01
	H14. 07. 13	2	H18. 08. 22
牛群 2	H16. 08. 26	1	H18. 10. 29
	H17. 04. 30	1	H19. 05. 08

表 2. 試験設定

試験内容	I 期											
	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金
	馴致期						本試験期					
飼料摂取量測定							○	○	○	○	○	
乳量、乳成分測定							○	○	○	○	○	

1 期は 12 日間

表 3. 飼料設計条件

体重	乳量	乳期	脂肪率	蛋白質率	BCS
650kg	24kg	泌乳後期	3.8%	3.4%	3.0

#### イ) 試験期間

平成 20 年 1 月～平成 20 年 4 月

#### ウ) 給与飼料

給与飼料は保存性や水分調整を踏まえて、発酵 TMR とした。この飼料設計は、SPALTAN Dairy Ration Evaluator / Baiancer の飼料設計システム<sup>1)</sup>により表 3 の条件下における栄養水準で設計した。

試験区、対照区の TMR 混合割合は表 4 のとおりで、対照区にはアルファルファ乾草を、試験区にはモヤシ屑を組み入れ、粗蛋白質にポイントを置いて設計した。結果、対照区ではアルファルファ乾草を 2.6kg 添加、試験区であるモヤシ屑区はモヤシ屑を 6.5kg 添加することになった。1 日分給与量（20kg 1 日 2 回給与）をビニール袋に詰め、このビニール袋 15 袋をナイロンバックを内袋にしたフレコンバックに保管し、脱気後 2 ヶ月間貯蔵後に給与した。

#### エ) 調査項目

飼料摂取量、乳量、乳成分について調査した。飼料摂取量は、朝夕残飼量を計測して算出した。

乳量、乳成分は本試験 1 日目から 5 日目まで調査し、乳脂肪率、乳蛋白質率、無脂固形分率はミルコスキャンで測定した。

## 結 果

58 % であった。

飼料成分については表 5 に示したとおり、乾物での粗蛋白質が約 19% と、高タンパクな飼料である一方、ADF も 50 % と高く、消化性の劣る繊維が含まれていた。また、消化特性試験の結果、図 1 に示すように乾物の消失率は低く、実際の消化率と相関が高い<sup>2)</sup>とされる 48 時間後の消失率は

表4. TMRの組成成分

種類	モヤシ屑区	対照区
濃厚飼料	8.0	8.0
コーングルテンフィード	0.8	0.8
圧片トウモロコシ	2.5	2.5
アルファルファ(乾草)	0.0	2.6
スーダン(乾草)	5.7	5.7
オーツヘイ	4.5	4.5
モヤシ屑	6.5	0.0
リンカル	0.3	0.3
水	10.0	13.0

Kg/頭/日

表5. 成分分析結果

区分	水分	DM	CP	EE	NFE
モヤシ粕	57.7	42.3	8.1	0.8	23.3
	-	-	19.1	1.9	55.1
アルファルファ乾草	16.3	83.7	15.9	2.0	33.4
	-	-	19.1	2.4	40.1

区分	CF	CA	ADF	NDF
モヤシ粕	8.8	1.3	21.2	25.4
	20.8	3.1	50.1	60.0
アルファルファ乾草	23.9	8.0	29.5	36.9
	28.7	9.6	35.5	44.1

上段は現物、下段は乾物中%

モヤシ粕は2回搾汁後

DM: 乾物、CP: 粗タンパク質、EE: 粗脂肪、NFE: 可溶無窒素物、CF: 粗繊維、CA: 粗灰分、ADF: 酸性デタージェント繊維、NDF: 中性デタージェント繊維

表6. サイレージ保存成績

区分	水分 (%)	pH	総酸 FM%	有機酸組成 (%)		
				乳酸	酢酸 プロピオン酸	酪酸
①モヤシ屑	57.7	3.8	3.82	24.6	75.4	0.0
②モヤシ屑+フスマ1	49.3	4.1	4.64	44.4	55.6	0.0
③モヤシ屑+フスマ2	40.5	4.2	5.81	49.2	49.8	0.0
④モヤシ屑+ビート	51.3	4.0	3.95	52.9	47.1	0.0

区分	VBN/T-N (%)	V-SCORE
①モヤシ屑	6.2	87.6
②モヤシ屑+フスマ1	4.1	90.0
③モヤシ屑+フスマ2	3.0	90.0
④モヤシ屑+ビート	4.1	90.0

①モヤシ屑単体

②モヤシ屑にフスマを重量比20%添加

③モヤシ屑にフスマを重量比42%添加

④モヤシ屑にビートを重量比14%添加

表7. 泌乳成績および乳成分

	飼料摂取量 (Kg)	泌乳量 (Kg)	脂肪 (%)	蛋白質 (%)
モヤシ屑区	34.58±2.45	23.06±1.40	4.55±0.32	4.05±0.23
対照区	32.11±3.92	22.31±1.68	4.50±0.37	4.06±0.24

MEAN±SD

サイレージ化による保存性試験の結果、サイレージの発酵品質は表6に示すとおり、各区ともpHが3.8～4.2と低く、VBN/T-N(揮発性塩基態窒素/全窒素)も良質発酵の目安<sup>3)</sup>とされる10%以下の3.0～6.2%と良好な発酵品質を得ることができたが、有機酸の組成は、酢酸発酵が中心であった。

試験2として飼料給与による嗜好性や泌乳性への影響について試験を実施したが、表7に示すとおり飼料にモヤシ屑を添加しても飼料摂取量に影響はみられず、また、泌乳量、乳成分にも差は認められなかった。

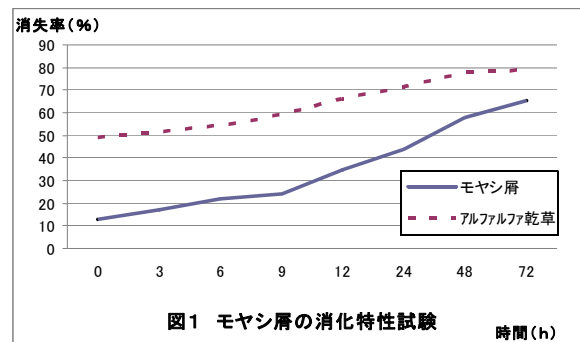


図1 モヤシ屑の消化特性試験

時間 (h)

## 考 察

モヤシ屑は豆科植物であることから、一つの指標として同じ豆科牧草であるアルファルファ乾草の高蛋白飼料としての代替を期待して試験に用いたところ、表5に示すよう成分的にも粗蛋白質を乾物中約 19 %有しており、家畜飼料として有用である可能性が示唆された。また、モヤシ屑の可溶性無窒素物が 55.1 %とアルファルファ乾草と比較して 15 ポイントも高くなっていることから、高エネルギー飼料としても期待されたが、ADF も高いことから、成分分析時にリグニンが溶出し、見かけの可溶性無窒素物の数値が上がったものと推測された。

あわせて ADF が高いことから消化性の劣る繊維を多く有している可能性が疑われたため、アルファルファ乾草を対照に第一胃内消化特性試験を実施したが、乾物消失率が低く、このことを裏付ける結果であった。特に実際の消化率と相関が高いとされる 48 時間後の消失率ではモヤシ屑では約 58 %と、アルファルファ乾草と比較して約 20 ポイント低いものであった。しかしながら、アルファルファ乾草は粗飼料の中でも特に消失率が高いため、粗飼料というよりも濃厚飼料に近い飼料と位置づけられることが多く、今回の試験でも、開始 0 時間後にすでにその 50 %が消失している。それに対して、モヤシ屑は緩やかな消失をみせており、アルファルファ乾草よりも粗飼料に近い高蛋白な飼料と思われる。このことは、ルーメンアシドーシスなどの代謝性疾患へ及ぼす影響が少ない可能性を含んでいると言い換えることができる。今回の試験ではそこまで追求できなかったが、今後ルーメン内の pH 等へ及ぼす影響についても検討を行いたいと考える。

副産物のほとんどは高水分であるが、モヤシ屑も他と同様に高水分であり、未処理のものでは水分が 90%を超えているため、そのままでは輸送や中長期保存が困難である。このことは、モヤシ屑の利用を制限している他ならない。今回、一般的な飼料であり価格も安価であるフスマ及びビートを水分調整剤に用いて、水分を無調整、40%、50%に調整後、サイレージ化による保存性試験を実施したが、有機酸組成では酢酸発酵が中心ではあるものの、酪酸は認められなかった。また、いずれも VBN/T-N が 3.0 ~ 6.2 %と 10 %以下であり、良好な発酵品質を得ることができた。また、V-SCORE は概ね 90 点であり、サイレージ化による保存後も飼料として利用可能であることが判明した。

水分調整剤を用いなかったモヤシ屑そのもので

も、VBN/T-N が 6.2 %、有機酸組成に占める乳酸が 24.6 %、V-SCORE が 87.6 と他の試験区と比較して若干劣るものの発酵は概ね良好であった。しかしながら、さらに良質な発酵を期待すれば水分を 50%以下に落とすことが望ましいと思われた。

また、フスマの添加により乳酸比が上昇するとの報告<sup>4)</sup>があるが、本試験においてもフスマの添加量が多かった試験区3で乳酸比が高い結果となった。今回の試験ではモヤシ屑単品で水分を 50%以下に落とした試験区を設定していないため、推測となるが、水分調整剤として用いる媒体により発酵の品質に差が発生する可能性が考えられ、今後の課題となった。

実際にモヤシ屑の飼料利用を考えた場合、乳量・乳成分に及ぼす影響は非常に重要になってくる。今回、搾乳牛4頭を用いて給与試験を実施したが、アルファルファ乾草を全てモヤシ屑に置き換えるということで飼料設計を実施したため、モヤシ屑区はモヤシ屑を 6.5kg 添加することになり、原物で 17 %の添加となった。このため、乾物摂取量に大きく影響を与えることが懸念されたが、飼料摂取量は有意差はないものの 34.58 ± 2.45kg と対照区を上回っており、与える影響は少ないものであった。また、今回の試験には泌乳後期の搾乳牛を用いたため、泌乳量は当場の平均以下であったが、両区に有意な差は認められなかった。併せて乳脂率、乳蛋白質率についても一般的な乳成分値を上回る非常に高位な結果であったが、これについても泌乳後期であったこと、泌乳量が少なかったことによるものと考えられた。今後、泌乳最盛期の乳牛を用いての試験の実施も必要と考える。

これらの試験成績から、モヤシ屑は飼料成分的には粗蛋白質を 19 %有しており、水分調整により良質な発酵および保存が可能であることが判明した。また、粗蛋白質でのアルファルファ乾草の代替での泌乳試験の結果から嗜好性及び泌乳性に差は認められなかった。以上からモヤシ屑は、高蛋白で高い栄養価を持つ副産物であり、飼料として十分に利用が可能であることが示唆された。

## 引用文献

- 1) SPARTAN DAIRY RATION EVALUATOR/BALANCER, Ver. 2.0 1
- 2) 堀井 聡・阿部亮・金 康植・亀岡 宣一 (1971) : 畜産試験場研報 24 99-105
- 3) 自給飼料利用研究会編(2009) : 粗飼料の品質評価ガイドブック
- 4) 荒木勉・沢井保久(1988) : 長崎県畜産試験場研究報告 昭和 61 年度 163-164