

# 暖地型マメ科牧草ファジービーンの搾乳牛への給与が乳生産に及ぼす影響

玉城政信 島袋宏俊 後藤英子 知念雅昭\*

## I 要 約

暖地型マメ科牧草のファジービーン (Pb) をサイレージ調製し、開封前に加熱 (80°Cの3日間) した Pbサイレージ、加熱なしのPbサイレージおよびアルファルファ(AL)乾草の給与が搾乳牛の乳生産に及ぼす影響を比較検討するため、混合飼料中に乾物で各々14%になるように加えて、給与試験を実施した。

供試飼料の比較では、Pbサイレージの加熱により酸性デタージェント繊維 (ADF) 中の窒素 (ADIN) 割合が高くなった。

飼料摂取量、体重、第一胃液性状および血液性状について各区間に有意差を認めなかった。加熱Pbサイレージ給与により4%脂肪補正乳量 (FCM) と乳脂率が、Pbサイレージ給与により乳タンパク質率がそれぞれAL給与より高かったが、いずれも有意差は認めなかった。

これらのことから、給与飼料中に14%の割合で暖地型マメ科牧草のPbまたは加熱Pbサイレージを混合することは、乳生産に対し同じ割合で混合した購入の寒地型マメ科牧草ALと乳量、乳質、飼料摂取量、第一胃液性状、血液性状の各項目においてほとんど同様の効果を得られることが明らかになった。

## II 緒 言

わが国の畜産は飼料資源の多くを海外に依存することによって成り立っている。亜熱帯地域に属する沖縄県においてもその傾向は同じであり、とりわけ酪農経営では粗飼料を含めて飼料の輸入依存度が高い。近年、環境への調和と物質循環に配慮した持続型農業に対する関心が広がりつつあり、このような社会的条件を背景に自給粗飼料の見直しがなされつつある。こうした中、大下ら<sup>1)</sup>は寒地型マメ科牧草の混播サイレージによる乳牛の泌乳量と経済性の有利性を報告している。しかし、現在沖縄県で栽培されている牧草は、暖地型イネ科牧草が主体で暖地型マメ科牧草の栽培は皆無に等しい<sup>2)</sup>。また、暖地型マメ科牧草給与による泌乳性の研究も行なわれていない。

いっぽう、反すう家畜が利用するタンパク質については、第一胃内での分解特性により分解性タンパク質と非分解性タンパク質に分画され、前者は、第一胃内で微生物により分解、後者は下部消化管に移行した後一部分解吸収されるといわれている<sup>3)</sup>。また、タンパク質要求量の多い高泌乳牛は分解性タンパク質のみでは窒素要求量が満たされないため、非分解性タンパク質量を高めることによって窒素の吸収量を上昇させることが必要だと指摘されている<sup>4, 5)</sup>。粗飼料に熱を付加することによって、非分解性タンパク質が増加すると共にタンパク質そのものの消化率が変動することが知られている<sup>6-9)</sup>。

そこで、本試験は暖地型マメ科牧草と寒地型マメ科牧草が泌乳に及ぼす影響を比較すると共にサイレージ貯蔵期間における加熱処理が、泌乳に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

## III 材料および方法

### 1. 供試粗飼料

供試草種として、沖縄県畜産試験場の圃場で栽培された開花始期の暖地型マメ科牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* L. Urb.) と外国産の寒地型マメ科牧草の購入アルファルファ (*Medicago sativa* L.) 乾草を用いた。

\*現沖縄県乳用牛育成センター

Pbは刈取り後ラップサイレージで調製・密封し、約2カ月間埋蔵したものと、その後開封前に80°Cに設定した乾燥機に3日間静置し、それぞれのサイレージを調製した。

## 2. 供試粗飼料の栄養価測定

粗飼料の第一胃内での分解様相はルーメンカニューレを装着したホルスタイン種乾乳牛2頭を用い、*in situ*法のナイロンバック法<sup>10, 11)</sup>によって求めた。ナイロンバック中の飼料は第一胃の底部で24時間培養後体外に取り出し、流水中で濁りがなくなるまで軽くもみ洗いし、洗濯機で脱水した。凍結乾燥後バッグから試料を取り出し1mmのふるいを通して粉砕して各分析に供した。

試料の第一胃内における乾物と粗タンパク質 (CP) 分解率は、第一胃培養前との差から求めた。また、同試料について、CalsamigliaとSternの方法<sup>12)</sup>によるペプシン・パンクレアチン (P-P) 処理後の窒素を測定し、第一胃以降の下部消化器官における窒素分解率を求めた。

窒素含有率の測定はNCアナライザー (NC-90A, 住化分析センター) により行ない、NDF, ADFおよびサイレージの有機酸と揮発性塩基態窒素は常法<sup>13)</sup>に準拠し、乾物消化率はペプシン・セルラーゼ法<sup>14)</sup>で求めた。なお、可消化養分総量 (TDN) は乾物消化率およびMinsonら<sup>15)</sup>によって示されている式から推定した。

## 3. 供試牛と飼養管理および試験区分

供試牛として、沖縄県畜産試験場で飼養されている泌乳中期以降のホルスタイン種搾乳牛6頭 (試験開始時で分娩後135日を経過したもので平均体重739kg) を用いた。試験は3通りの飼料で1群に2頭を配置し、3期のラテン方格法で実施した。I期14日間のうち予備期間10日間、本試験期間を4日間とした。試料区分として、表1に示した基礎飼料を給与乾物中の86%を目安とし、残り14%にPbサイレージを加えたPb区、加熱処理したPbサイレージを加えた加熱Pb区およびAL乾草を加えたAL区の3区に分け、これらの混合飼料を1日6回に分けて給与した。給与量は、日本飼養標準<sup>16)</sup>のTDN要求量の105%に設定し、飲水は自由摂取とした。

表1 基礎飼料栄養成分

区 分	乾物 (%)	(%、乾物当たり)				混合割合 (%)
		CP	TDN	ADF	NDF	
配合飼料	89.1	21.4	79.0	8.9	21.7	43.2
トウモロコシ	88.9	9.0	89.0	2.8	9.4	12.9
ビートパルプ	91.0	9.7	73.9	33.0	54.0	3.9
綿 実	91.7	11.4	54.0	40.1	57.5	2.2
大 麦	90.7	39.7	103.0	11.0	13.6	1.4
脂肪酸 Ca	90.0	31.1	107.4	5.1	9.2	0.6
オーツグラス	88.1	6.1	60.0	38.1	62.4	31.7
ミネラル剤	87.0	13.7	51.5	7.4	18.3	4.1
基礎飼料	88.9	14.0	73.7	18.7	32.8	

注1) CP: 粗タンパク質 TDN: 可消化養分総量 ADF: 酸性デタージェント繊維

NDF: 中性デタージェント繊維。

2) 各飼料の成分は業者保証値。

## 4. 調査項目および測定方法

試験期間中、搾乳は朝夕の2回行ない、体重測定、第一胃液採取および採血は各試験期間の最終日の13時から実施した。第一胃液は経口カテーテルルミナーで採取し、直ちに二重ガーゼでろ過し、pHを測定後揮発性脂肪酸測定に供した。血液の採取は頸静脈から行ない、血中尿素窒素、総タンパク、アルブミン、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST)、γ-グルタミルトランスぺプチダーゼ (γ-GTP)、総コレステロール、遊離脂肪酸をそれぞれ測定した。牛乳中の脂肪、タンパク質、糖の分析にはミルコスキャン (133B)、体細胞数の測定はフォソマチック (90, Foss Electric)、牛乳中尿素窒素 (MUN) は自動生化学分析装置 (7150型, 日立製作所)、第一胃液の揮発性脂肪酸濃度の分析にはガスクロマトグ

ラフ (GC-14A, 島津製作所), 血液性状は自動生化学分析装置 (7450および7170型, 日立製作所) をそれぞれ用い測定した。

## IV 結 果

### 1. 供試粗飼料の発酵品質および栄養価

Pbの2種のサイレージ発酵品質を表2に示した。pHは加熱Pbサイレージ4.72, Pbサイレージ4.63と加熱Pbサイレージが高く, 乳酸は加熱Pbサイレージ1.80%と高く, 酢酸は0.61%とPbサイレージに比べて低かったが, いずれの調査項目にも統計的に有意な差は認められなかった。

表2 供試ファジービーンサイレージの発酵品質

区 分	加熱Pbサイレージ	Pbサイレージ
pH	4.72±0.21	4.63±0.38
VBN/TN	4.26±0.96	4.31±1.70
乳 酸	1.80±0.25	1.16±0.79
酢 酸	0.61±0.35	0.73±0.49
プロピオン酸	0.03±0.00	0.07±0.05
イソ酪酸	0.00±0.00	0.03±0.05
n-酪酸	0.05±0.02	0.39±0.30

注1) Pb: ファジービーン。

2) VBN/TN: 新鮮物中の揮発性塩基態窒素/総窒素の%で示した。

3) 有機酸含量は乾物当たりの%で示した。

各供試粗飼料を混合した飼料の栄養価を表3に示した。CP含量は加熱Pbサイレージ15.4%, AL乾草15.0%, Pbサイレージ14.6%の順に多かったが有意な差はなかった。いっぽう, 乾物の消化率ではPbサイレージ62.6%, AL乾草60.5%, 加熱Pbサイレージ59.1%の順に多かったが, CP同様有意な差は認められなかった。加熱PbサイレージはADIN値が他の2区より有意に高かった。TDN, ADFおよびNDFの値に有意な差は認められなかった。

*in situ*の乾物分解率は, 供試したすべての飼料とも60.4%と同じ値であった。CP分解率は加熱Pbサイレージ81.1%, AL乾草84.5%, Pbサイレージ87.2%の順に高くなり, 加熱PbサイレージとPbサイレージ間に有意差が認められた。第一胃で分解されず下部消化管で利用できるCPはAL乾草が9.14%と最も高い。加熱PbサイレージとPbサイレージの比較では, 加熱をすることにより6.23%と1.26ポイント高くなった。

### 2. 飼料摂取量, 体重および第一胃液性状

各試験区における飼料摂取量, 体重および第一胃液性状を表4に示した。乾物摂取量は加熱Pb区がPb区およびAL区より多かったが, 統計的に有意な差ではなく, CPおよびTDN摂取量についても同様の傾向を示し, 有意差を認めなかった。体重および第一胃液pH値についても各区間に有意な差はなかった。加熱Pb区は第一胃液の酢酸, プロピオン酸, 酪酸およびイソ吉草酸濃度で他の区より高い値を示したものの, いずれも有意な差は認められなかった。

表3 供試飼料栄養成分

項目 (乾物%)	加熱Pbサイレージ 30.4	Pbサイレージ 29.9	アルファルファ乾草 89.4
栄養成分(%，乾物当たり)			
CP	15.4±2.1	14.6±2.1	15.0±0.0
TDN	61.3±3.0	63.7±3.0	62.2±2.4
ADF	50.1±5.9	45.3±1.2	48.9±6.3
NDF	60.4±6.3	61.4±5.1	61.2±1.0
ADIN	1.46±0.17 <sup>A</sup>	0.39±0.02 <sup>B</sup>	0.40±0.01 <sup>B</sup>
消化率	59.1±4.5	62.6±4.4	60.5±3.6
<i>in situ</i> 分解率(%，乾物当たり)			
乾物	60.4±5.0	60.4±4.4	60.4±4.0
CP	81.1±4.1 <sup>A</sup>	87.2±2.2 <sup>B</sup>	84.5±4.9 <sup>AB</sup>
下部利用CP	6.23±2.10	4.97±1.82	9.14±2.14

- 注1)Pb：ファジービーン CP：粗タンパク質 ADF：酸性デタージェント繊維  
NDF：中性デタージェント繊維 ADIN：酸性デタージェント繊維中窒素。  
2)*in situ*分解率：第一胃24時間培養後の分解率(%)。  
3)下部利用CP：第一胃以降の下部消化管での利用可能なCP含量。  
4)同行異符号間に1%水準で有意差あり。

表4 飼料摂取量，体重および第一胃液性状

区分	加熱Pb区	Pb区	アルファルファ区
飼料摂取量(kg/d)			
乾物	22.4±1.6	21.9±1.4	21.7±2.0
CP	3.10±0.23	3.15±0.26	3.05±0.25
TDN	15.8±1.2	16.1±1.3	15.7±1.3
体重(kg)	736.3±30.0	736.0±28.6	728.7±16.8
第一胃液			
pH	6.84±0.33	6.96±0.05	6.82±0.12
酢酸(mM)	69.3±4.7	63.4±1.7	67.9±1.5
プロピオン酸(mM)	30.1±7.8	25.2±1.4	29.3±2.9
酪酸(mM)	20.2±1.4	19.1±1.9	19.7±1.7
イソ吉草酸(mM)	1.92±0.24	1.79±0.36	1.89±0.12

- 注1)加熱Pb区：加熱ファジービーンサイレージ区 Pb区：ファジービーンサイレージ区。  
2)CP：粗タンパク質 TDN：可消化養分総量。

### 3. 血液性状

各試験区の血液性状を表5に示した。AL区は尿素窒素，アルブミン，総タンパク量，ASTの値において加熱Pb区およびPb区よりわずかに高い値を示したが，いずれも各区間に有意な差は認められなかった。γ-GTP，総コレステロール，遊離脂肪酸についても，各区間に有意差は認められなかった。

表5 血液性状

区 分	加熱Pb区	Pb区	アルファルファ区
血中尿素窒素(mg/dl)	9.25±0.23	10.30±2.55	11.15±0.51
総タンパク (g/dl)	7.17±0.14	7.23±0.13	7.33±0.12
アルブミン(g/dl)	3.30±0.13	3.35±0.05	3.37±0.12
A S T (U/l)	95.0±23.4	97.8±23.3	98.3±29.4
γ-G T P (U/l)	37.5± 5.1	38.3± 4.8	37.0± 4.4
総コレステロール(mg/dl)	223.7±13.0	237.3±10.9	225.0±11.1
遊離脂肪酸 (mEq/dl)	0.13±0.04	0.14±0.04	0.13±0.02

注1)加熱Pb区：加熱ファジービーンサイレージ区 Pb区：ファジービーンサイレージ区。

2)AST：アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ

γ-GTP：γ-グルタミルトランスペプチダーゼ。

#### 4. 乳量および乳質

各試験区の乳量および乳質は表6に示すとおり、乳量では加熱Pb区およびPb区がAL区より少なかった。いっぽう、FCMではPb区がAL区の値よりやや高くなったが、ともに有意差は認められなかった。乳タンパク質率は加熱Pb区とAL区がPb区に比べて高く、乳タンパク生産量およびMUNはAL区が高かった。しかし、これらの値にも有意な差は認められなかった。乳脂率、乳脂肪生産量、乳糖率、無脂固形分率および体細胞数についても統計的に有意な差はなかった。

表6 乳量および乳質

区 分	加熱Pb区	Pb区	アルファルファ区
乳 量(kg/d)	30.6±0.9	30.8±1.9	31.6±0.9
F C M(kg/d)	30.2±1.5	30.9±1.4	30.7±1.1
乳タンパク質率(%)	3.35±0.19	3.31±0.20	3.35±0.29
乳タンパク生産量(g/d)	1022± 43	1014± 41	1055± 87
M U N(mg/dl)	8.78±0.63	9.46±1.73	9.73±1.86
乳脂率 (%)	3.92±0.46	4.02±0.19	3.81±0.32
乳脂肪生産量(g/d)	1196±120	1237± 52	1203± 84
乳糖率(%)	4.53±0.04	4.53±0.09	4.57±0.09
無脂固形分率 (%)	8.88±0.17	8.83±0.11	8.91±0.22

注1)加熱Pb区：加熱ファジービーンサイレージ区 Pb区：ファジービーンサイレージ区。

2)FCM：0.4×乳量(kg/d)+15×乳脂肪生産量(kg/d)

MUN：牛乳中尿素窒素。

## V 考 察

牧草サイレージについては、発酵品質の差や栄養価の違いにより家畜の飼料摂取量に差がでることが報告されている<sup>16-19)</sup>。今回供試した加熱PbおよびPbサイレージの発酵品質は、乳酸含量が低く、pH値が高く、寒地型牧草を中心としたサイレージ発酵品質の評価基準からすると低質であった。しかし、金と内田ら<sup>20)</sup>は暖地型牧草サイレージが寒地型牧草に比べてpH値や酢酸含量が高いことを報告しており、今回の結果は暖地型牧草および暖地におけるサイレージ調製の特性を反映したものであると考えられた。

栄養価については、今回供試したマメ科牧草のCP含量や消化率およびTDN含量に差は認められなかった。飼料の消化率と摂取量に相関があるといわれており<sup>16)</sup>、さらに、乾物摂取量の増加が泌乳量の上昇をもたらすことはよく知られている<sup>21)</sup>。本試験においては、各マメ科牧草間で消化率および栄養価がほぼ同

じであったことから、体重、乾物摂取量、乳量および乳成分に差が現れなかったと考えられた。また血液生化学成分の各項目は家畜の栄養状態の診断に活用されている<sup>2,2)</sup>が、本試験においていずれのマメ科牧草を給与した牛でも低栄養などを示唆する項目はみあたらなかった。このように暖地型牧草のPbサイレージは、栄養価および乳生産において購入した寒地型マメ科牧草と差がないことから、2回刈りの乾物収量が1.0~1.5t/10aというPbの高い生産性<sup>2,3~25)</sup>を考慮すると、暖地における自給粗飼料としての利用価値は高いものと考えられた。

いっぽう、Pbサイレージへの加熱により第一胃内非分解窒素を増加させ、泌乳に及ぼす影響を検討したところ、加熱によりADF中の窒素の上昇が認められた。このことは、同じくPbサイレージへ加熱処理した報告<sup>2,6)</sup>と一致しており、粗飼料への加熱がADINの上昇につながることを確認された。

本試験で、Pbサイレージへの加熱処理により第一胃内でのCPの分解率は低下し、バイパス性は高まったものの、乳タンパク質率や生産量の顕著な増大につながらなかった。このことは、著者ら<sup>2,6)</sup>のサイレージを加熱するに伴いP-P処理後に残留する非利用性窒素も増加するとの報告から裏付けられる。すなわち、加熱処理によって第一胃バイパス窒素量が増加したものの、第四胃以降の下部消化管における窒素の利用率が低下すると、全消化管における窒素の利用率の低下をも招く結果となると考えられる。

バイパス性の増加が直接、泌乳成績における顕著な効果をもたらさなかったことについては、被加熱材料（乾草、サイレージ、濃厚飼料）や水分等の成分条件、加熱温度の違いによるものあるいは、バイパス性増加割合が低いなどが考えられる。

これらのことから、暖地型マメ科牧草のPbは、寒地型のALと栄養的あるいは牛乳生産においても同等のものと考えられた。いっぽう、サイレージ埋蔵2ヵ月後に3日間80°Cで加熱処理したPbサイレージ窒素の第一胃バイパス性は高まるもののその泌乳成績等への利用性は今後の検討が必要である。

## 謝 辞

本研究の牛乳成分分析に多大なご協力をいただいた沖縄県酪農農業協同組合・香村直氏に感謝申し上げます。

## VI 引用文献

- 1)大下友子・大塚博志・西野 一・鷹取雅仁・五十嵐弘昭・野中和久・名久井忠, 1998, マメ科牧草の混播による牧草サイレージの栄養価の改善が泌乳最盛期の乳牛の採食量, 泌乳量に及ぼす影響とその経済性, 日草誌, 44, 54-60
- 2)沖縄県農林水産部畜産課, 2000, おきなわの畜産, 54
- 3)Nocek J. K., 1988, *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review, *J. Dairy Science*, 71, 2051-2069
- 4)Mehrez A. Z. and E. R. Ørskov, 1977, A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen, *J. Agricultural Science Camb*, 88, 645-650
- 5)Muscato T. V., C. J. Sniffen, U. Krishnamoorthy and P. J. van Soest, 1983, Amino-Acid content of noncell and cell wall fractions in feedstuffs, *J. Dairy Science*, 66, 2198-2207
- 6)Maeda Y, 1989, Effects of heat treatments on degradation of ruminal nitrogenous compounds in roughages, *Grassland Science*, 35, 40-49
- 7)Yang H.J, G.A. Broderick and G.R. Koegel, 1993, Effect of heat treating alfalfa hay on chemical composition and ruminal *in vitro* protein degradation, *J. Dairy Science*, 76, 154-164
- 8)Yu Y. and J. Thomas, 1976, Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. *J. Animal Science*, 42, 766-774

- 9) Kawamoto Y., M. Tamaki and E. Miyagi, 1997, Effects of heating on dietary protein fractions of some tropical grass and legume silages in ruminant, Proceedings of the 18th International, Grass Congress, 14, 27-28
- 10) 藤田 裕・松岡 栄・高橋潤一・結城隆則・釜野誠也, 1988, 粗飼料蛋白質のバッグ法による第一胃内分解率に及ぼす給与飼料の影響, 日畜会報, 59, 510-516
- 11) Ørskov E.R. and McDonald L., 1979, The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agricultural Science Camb*, 92, 499-533
- 12) Calsamiglia S. and Stern M. D., 1995, A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Animal Science*, 73, 1459-1465
- 13) 自給飼料品質評価研究会, 2001, 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 11-42, 日本草地畜産種子協会
- 14) Goto I. and D.J. Minson, 1977, Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a pepsin-cellulase assay, *Animal Feed Science and technology*, 2, 247-253
- 15) Minson D.J., T.H. Stobbs, M.P. Hegarty and M. Playne, 1976, Tropical pasture research, 308-337, ed, N.H. Shaw, W.W. Bryan, CAB, England
- 16) 農林水産省農林水産技術会議事務局・日本飼養標準(乳牛)1999年版, 1999, 26-29, 中央畜産会
- 17) 大下友子・名久井忠・柁木茂彦, 1992, 原料草の水分含量がアルファルファサイレージの発酵品質及び飼料価値に及ぼす影響, 東北農業試験場研究報告, 84, 159-171
- 18) Waldo D.R. and N.A. Jorgensen, 1981, Forages for high animal production: nutritional factors and effects of conservation, *J. Dairy Science*, 64, 1207-1229
- 19) 篠田 満・萬田富治, 1990, サイレージの発酵品質および多湿乾草のアンモニア処理が子めん羊の成長および消化生理に及ぼす影響, 日草誌, 35, 309-317
- 20) Kim K. and S. Uchida, 1990, Comparative studies of ensiling characteristics between temperate and tropical species; 1, The effect of various ensiling conditions on the silage quality of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum Lam.*) and Rhodesgrass (*Chloris gayana Kunth.*) *Grassland Science*, 36, 292-299
- 21) 熊谷 元・平山啓一郎・石本 歩・池田恭介・三谷克之輔, 1993, 粗飼料源の違いが泌乳牛の乳量と乳成分に及ぼす影響, 広島大学生物生産学部紀要, 32, 101-107
- 22) 社団法人全国家畜畜産物衛生指導協会編, 2001, 生産獣医療システム・乳牛編3, 7-65
- 23) 沖縄県畜産試験場, 1999, 牧草・飼料作物栽培の手引き, 74-75
- 24) 川本康博・増田泰久, 1983, グリーンパニックとファジービーンとの混播栽培における刈取回数の効果, 日草誌, 28, 405-412
- 25) 川本康博・岡野 香・増田泰久, 1991, 水田転作畑で栽培した暖地型マメ科牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) の栄養収量, 日草誌, 37, 292-294
- 26) 玉城政信・川本康博・伊村嘉美・本村 琢・仲田 正・園田立信, 2002, 暖地型牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides*) サイレージへの加熱処理が窒素の第1胃内および下部消化管での分解に及ぼす影響, 日草誌, 48, 236-241