

# 暖地型牧草ファジービーン(Macroptilium lathyroides)サイ レージの水分含量・加熱時期の違いが窒素の第一胃内およ び下部消化管での分解に及ぼす影響

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	玉城,政信 川本,康博 本村,琢 波平,知之 宮城,尚 仲田,正 園田,立信
発行元	日本草地学会
巻/号	49巻4号
掲載ページ	p. 361-366
発行年月	2003年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 暖地型牧草フェジービーン (*Macroptilium lathyroides*) サイレージの 水分含量・加熱時期の違いが 窒素の第一胃内および下部消化管での分解に及ぼす影響

玉城政信・川本康博\*・本村 琢\*・波平知之\*・宮城 尚\*・仲田 正\*・園田立信\*\*

鹿児島大学大学院連合農学研究科 (890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24)

\* 琉球大学農学部 (903-0213 沖縄県西原町千原 1)

\*\* 宮崎大学農学部 (889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1)

The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima-shi 890-0065, Japan

\* College of Agriculture, University of Ryukyus, Nisihara-cho, Okinawa 903-0213, Japan

\*\* Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Kihanadai, Miyazaki 889-2192, Japan

受付日 : 2002 年 7 月 24 日 / 受理日 : 2003 年 3 月 31 日

## Synopsis

Masanobu TAMAKI, Yasuhiro KAWAMOTO, Taku MOTOMURA, Tomoyuki NAMIHIRA, Takasi MIYAGI, Tadasi NAKADA and Tatunobu SONODA (2003) : Effects of Moisture Content and Heat Treatment of Tropical Legume Phasey Bean (*Macroptilium lathyroides*) Silages on Degradability and Utilization of Nitrogen in the Rumen and Post-ruminal Digestive Tracts. *Grassland Science* 49, 361-366.

The effects of different heat treatments applied for 3 days under 80°C and dry matter content of material on dry matter and nitrogen degradability of tropical pasture legume Phasey bean silage were examined by the rumen bag method and pepsin-pancreatin method.

The two heat treatments on silage just after ensiling and before opening were conducted on silages of four dry matter contents of 20, 25, 35 and 55%.

The results were as follows :

1. As the dry matter content of silages increased, the degradability of dry matter and nitrogen were decreased under both heat treatments.
2. The nitrogen in ADF increased under the heat treatment just after ensiling, as dry matter content of materials increased.
3. The ratio of degradable nitrogen in post-ruminal tracts increased with dry matter content of materials under both heat treatments.

**Key words :** Dry matter, Heat treatment, Nitrogen degradability, Silage, Tropical pasture legume.

## 緒 言

近年、反芻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ている<sup>10,19,20)</sup>。飼料タンパク質の第一胃内での非分解性画分は加熱処理や化学薬剤添加により増加する<sup>3,6,18)</sup>。同じ粗タンパク質水準で乳用育成牛に給与した場

合、非分解性タンパク質の割合を高めると発育速度が増加するとの報告<sup>1,17)</sup>がある。一方、タンパク質要求量の高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、下部消化管で消化吸収される非分解性タンパク質の必要性が指摘されている<sup>7,9,19)</sup>。粗飼料の非分解性タンパク質を増加させる方法として熱付加が考えられるが、タンパク質そのものの消化率も変動することが知られている<sup>3,5,6,12,14-16)</sup>。しかしながら、暖地型マメ科牧草の含有窒素あるいはタンパク質への熱付加の影響に関する研究は認められない。

一般に、サイレージでは、埋蔵初期や貯蔵時あるいは開封後のいわゆる好気的変敗に伴って、発熱が認められる場合がある。著者らは暖地型マメ科牧草サイレージの調製に伴う発熱が非分解性タンパク質の変動に及ぼす影響を検討している。前報<sup>11)</sup>では、乾物率が低い材料草のサイレージを用いて行ったが、これまでの報告<sup>3,5,6,12,14-16)</sup>と比較して、加熱によって増加する非分解性タンパク質画分割合が低いように推察された。その際の減少程度は、サイレージの乾物割合と熱付加の時期が関与することが考えられた。

本試験は暖地型マメ科牧草フェジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. cv. Murray., 以下 Pb) で調製したサイレージでの乾物率と熱付加の時期が非分解性タンパク質画分割合の変動に及ぼす影響を検討した。

## 材 料 と 方 法

供試材料草種として、沖縄県畜産試験場内の圃場で栽培された開花初期の Pb を用いた。刈取後、材料草を約 50 mm に細断し、乾物率を 20, 25, 35 および 55% となるように屋外での天日予乾処理によって調製し、ポリエチレン袋に約 150 g 詰め込み、バキュームシーラーで密封した。それぞれを DM 20% 区, DM 25% 区, DM 35% 区および DM 55% 区とした。また、埋蔵直後と埋蔵後 31 日目に、80°C に設定した培養器に 3 日間静置し、それぞれ前加熱区、後加熱区とし、各処理ごとに 3 袋を作成した。いずれも埋蔵後 35 日目に開封後、

直ちに凍結乾燥し、約5mmに細断したものを第一胃内培養の試料とした。一部の試料は培養前の成分分析のため1mmに粉碎した。

供試試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、ナイロンバック法<sup>7)</sup>によって求めた。なお、これらの供試牛の体重はそれぞれ862kgと820kgであり、配合飼料(TDN 72%)を1kg/日与える以外は自給乾草(ギニアグラス)のみを自由採食させる飼養管理を行った。使用したナイロンバックは目開き53 $\mu$ mのナイロン布を長さ18.5cm、幅8.5cmの袋状に成形したもので、1袋当たり約7gの試料を封入した。供試牛1頭当たり各処理ごとに3バッグの計36バッグを第一胃の底部に投入した。なお、すべてのナイロンバッグ中の試料は第一胃内培養前に流水中で軽くもみほぐした。ナイロンバッグは24時間培養後に取り出し、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。その後バットに薄く広げて常温で24時間風乾し、凍結乾燥した後、1mmのふるいを通るように粉碎し、各成分分析に供した。

培養後のナイロンバック中の残渣の乾物、窒素並びに酸性デタージェント繊維(ADF)を測定した。乾物と窒素は第一胃培養前との差から分解率を算出した。

また、これら第一胃培養後の試料について、CALSAMIGLIA and STERNの方法<sup>2)</sup>によるペプシン・パンクレアチン(P-P)処理後の残渣の窒素を測定し、その値を非利用窒素とした。

中性デタージェント繊維(NDF)とADFは常法<sup>12)</sup>に従い、酸性デタージェント繊維中窒素(ADIN)はADF中の窒素を測定して求めた。

窒素含有率の測定はNCアナライザー(住化分析センター製NC-90A)で、サイレージの有機酸測定は高速液体クロマトグラフィー(LC-10A, Shimadzu Co. LTD)によりそれぞれ行った。

## 結 果

### 1. 熱処理による供試サイレージの発酵品質、繊維成分および窒素割合

供試サイレージの発酵品質を表1に示した。処理されたサイレージのpH値は4.93-5.82の間であった。後加熱区のDM 20%, DM 25%およびDM 35%において揮発性塩基態窒素/総窒素(VBN/TN)は10%以上の高い値を示し、DM 55%より有意( $P < 0.01$ )に高い値であった。乳酸は対照区と後加熱区のDM 20%, DM 25%およびDM 35%において認められ、対照区のDM 20%とDM 25%の値はDM 35%の場合より有意( $P < 0.01$ )に高い値であった。酢酸についても前加熱区で低い値を示すものの乳酸と同じ傾向であった。酪酸はいずれの区でも検出できなかった。

Vスコアは後加熱区DM 25%で低いが、それ以外は73.6以上であった。

供試サイレージの繊維と窒素成分を表2に示した。前加熱区の乾物率の違いで比較すると、DM 55%でADF値が41.0%となり、DM 25%とDM 20%に比べて有意( $P < 0.05$ )に高い値であった。後加熱区の場合でも前加熱区と同様にDM 55%での値が最も高く、その差はDM 20%とDM 25%の場合より有意( $P < 0.01$ )であった。対照区ではDM 35%の値が最も高かった。熱処理区間での比較では、前加熱区と後加熱区は共に対照区と比較していずれの乾物含量についても高いADF値を示した。しかも、熱処理時の乾物率が高いほどADF値は増加する傾向を示した。

NDF値は各熱処理区とも乾物率が高いほど、高くなる傾向を示した。しかし、ADFで認められるような熱処理区間の顕著な差は認められなかった。

供試サイレージの全窒素は2.74-3.00%の範囲内で差は認められなかった。両加熱区のADIN値はいずれの乾物率にお

表 1. 供試サイレージの発酵品質。

熱処理区分	乾物区分	乾物率 (%)	pH	VBN/TN <sup>1)</sup> (%)	乳酸 <sup>2)</sup> (%)	酢酸 <sup>2)</sup> (%)	Vスコア
対照区	20	19.1	5.53 $\pm$ 0.08	7.85 $\pm$ 1.47 <sup>B3)</sup>	3.53 $\pm$ 0.49 <sup>A</sup>	1.58 $\pm$ 0.45 <sup>B</sup>	93.4 $\pm$ 3.7
	25	23.8	5.19 $\pm$ 0.18	9.28 $\pm$ 0.79 <sup>B</sup>	4.73 $\pm$ 1.24 <sup>A</sup>	1.49 $\pm$ 0.12 <sup>B</sup>	90.2 $\pm$ 1.5 <sup>B</sup>
	35	35.3	5.72 $\pm$ 0.53	6.75 $\pm$ 0.66 <sup>B</sup>	1.20 $\pm$ 1.04 <sup>B</sup>	0.76 $\pm$ 0.38	95.9 $\pm$ 2.3
	55	55.7	5.82 $\pm$ 0.02	3.73 $\pm$ 0.37 <sup>Aa</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>B</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>A</sup>	100.0 $\pm$ 0.0 <sup>A</sup>
前加熱区	20	19.1	4.96 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	4.34 $\pm$ 0.57 <sup>B</sup>	0.00 $\pm$ 0.00	0.20 $\pm$ 0.18	100.0 $\pm$ 0.0
	25	23.8	5.27 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	4.11 $\pm$ 0.12 <sup>B</sup>	0.00 $\pm$ 0.00	0.35 $\pm$ 0.05	100.0 $\pm$ 0.0
	35	35.3	5.23 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	4.14 $\pm$ 0.34 <sup>B</sup>	0.00 $\pm$ 0.00	0.39 $\pm$ 0.07	100.0 $\pm$ 0.0
	55	55.7	5.27 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	2.24 $\pm$ 0.38 <sup>A</sup>	0.00 $\pm$ 0.00	0.35 $\pm$ 0.01	100.0 $\pm$ 0.0
後加熱区	20	19.1	4.93 $\pm$ 0.16	13.68 $\pm$ 1.84 <sup>C</sup>	5.07 $\pm$ 0.64 <sup>A</sup>	2.22 $\pm$ 0.22 <sup>B</sup>	73.6 $\pm$ 7.6 <sup>B</sup>
	25	23.8	5.01 $\pm$ 0.24	19.99 $\pm$ 0.85 <sup>B</sup>	5.49 $\pm$ 0.99 <sup>A</sup>	2.15 $\pm$ 0.28 <sup>B</sup>	48.9 $\pm$ 1.7 <sup>C</sup>
	35	35.3	5.21 $\pm$ 0.04	12.86 $\pm$ 0.26 <sup>B</sup>	1.40 $\pm$ 0.15 <sup>A</sup>	1.19 $\pm$ 0.10 <sup>B</sup>	76.9 $\pm$ 1.0 <sup>B</sup>
	55	55.7	5.22 $\pm$ 0.05	3.57 $\pm$ 0.71 <sup>A</sup>	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>B</sup>	0.44 $\pm$ 0.10 <sup>A</sup>	99.6 $\pm$ 0.4 <sup>A</sup>

1) VBN/TN: 揮発性塩基態窒素/総窒素。

2) 乳酸と酢酸は乾物中のパーセントで示した。

3) 同じ熱処理区間の同一列における異文字の肩文字を付した平均値間に有意差(大文字間1%水準, 小文字間5%水準)がある。

表 2. 供試サイレージの繊維と窒素成分.

熱処理区分	乾物区分	ADF <sup>1)</sup> (%)	NDF <sup>1)</sup> (%)	TN <sup>1)</sup> (%)	ADIN <sup>1)</sup> (%)
対照区	20	29.1±0.8 <sup>B2)</sup>	42.1±2.0 <sup>B</sup>	2.82±0.11	0.57±0.17
	25	30.6±0.1 <sup>b</sup>	46.2±0.8 <sup>B</sup>	2.88±0.05	0.49±0.01
	35	32.9±0.4 <sup>Aa</sup>	45.9±0.8 <sup>B</sup>	2.74±0.01	0.66±0.16
	55	30.5±0.9 <sup>b</sup>	54.4±3.5 <sup>A</sup>	2.74±0.03	0.56±0.04
前加熱区	20	37.1±0.2 <sup>B</sup>	47.3±3.6 <sup>b</sup>	2.75±0.06	2.52±0.09 <sup>B</sup>
	25	38.7±1.7 <sup>b</sup>	47.6±0.3 <sup>b</sup>	2.84±0.09	2.99±0.00 <sup>A</sup>
	35	39.8±0.3 <sup>A</sup>	49.0±0.7	2.80±0.13	2.73±0.18
	55	41.0±0.4 <sup>Aa</sup>	53.4±0.4 <sup>a</sup>	2.78±0.16	2.51±0.08 <sup>B</sup>
後加熱区	20	32.1±0.3 <sup>C</sup>	45.8±1.0	2.95±0.04	1.93±0.09 <sup>B</sup>
	25	36.0±0.1 <sup>B</sup>	45.9±2.4	2.93±0.08	2.17±0.37 <sup>B</sup>
	35	37.5±0.2 <sup>B</sup>	47.0±0.3	2.86±0.11	2.26±0.21 <sup>b</sup>
	55	38.6±1.6 <sup>A</sup>	47.7±1.1	3.00±0.03	3.05±0.34 <sup>Aa</sup>

1) ADF:酸性デタージェント繊維. NDF:中性デタージェント繊維. TN:総窒素. ADIN:酸性デタージェント繊維中窒素(いずれの成分とも乾物中の値).

2) 同じ熱処理区間の同一列における異文字の肩文字を付した平均値間に有意差(大文字間1%水準, 小文字間5%水準)がある.

いても対照区と比較して高い値を示した。後加熱区においては、乾物率が高くなるに伴い ADIN 値の増加を示したが、前加熱区および対照区におけるその傾向は認められなかった。

## 2. 第一胃内における乾物および窒素分解率

ナイロンバック法による第一胃内 24 時間培養による乾物および窒素分解率を表 3 に、窒素分解率の分散分析表を表 4 にそれぞれ示した。材料草の乾物率の違いに伴う第一胃内乾物分解率を比較すると、各熱処理区とも乾物率が高くなるにつれ分解率が減少し、DM 55%と DM 35%では DM 20%の場合より有意( $P<0.01$ )に低い分解率を示した。同一乾物率で比較すると、両加熱区における値は対照区より低かった。

第一胃内窒素分解率については、表 4 から加熱区間、乾物区間、交互作用とも有意な差( $P<0.01$ )が認められた。表 3 より、各熱処理区いずれの乾物率でも対照区>後加熱区>前加熱区の順で低下した。また、乾物率が高いほど低い値となり、前加熱区では有意( $P<0.01$ )に低下した。

## 3. 第一胃培養後の ADF 値と全窒素中の ADIN 割合

第一胃培養後残渣の ADF 値と全窒素中の ADIN 割合(ADIN/TN)を表 5 に示した。ADF 値は 56.4-61.8%の範囲で前加熱区の DM 25%の場合に最も高く、後加熱区の DM 20%で低かったが、乾物率と加熱処理の違いに伴う一定の傾向は認められなかった。熱処理区間で比較すると、両加熱区の ADIN/TN はいずれの乾物率においても対照区より高い値を示し、特に、前加熱区が後加熱区より高かった。前加熱区では乾物率が高くなるに従いその値が増加したが、後加熱および対照区では乾物率の違いによる影響は認められなかった。

## 4. 下部消化管での窒素分解率

第一胃以降での窒素分解率を推定する目的で、第一胃内培養後試料について、P-P 処理した場合のそれぞれの窒素含量の推移から、全窒素中の下部消化管における窒素分解様相を

表 3. 第一胃内培養による乾物および窒素分解率.

熱処理区分	乾物区分	乾物分解率 (%)	窒素分解率 (%)
対照区	20	64.2±1.8 <sup>B1)</sup>	88.7±1.8
	25	60.9±1.3 <sup>A</sup>	87.5±2.0
	35	60.0±0.6 <sup>A</sup>	85.8±1.4
	55	59.1±1.8 <sup>A</sup>	86.3±1.6
前加熱区	20	60.7±1.0 <sup>D</sup>	83.0±0.5 <sup>D</sup>
	25	57.4±0.8 <sup>C</sup>	77.4±1.4 <sup>C</sup>
	35	53.9±1.3 <sup>B</sup>	71.2±0.8 <sup>B</sup>
	55	48.1±2.5 <sup>A</sup>	62.3±2.1 <sup>A</sup>
後加熱区	20	59.9±2.3 <sup>C</sup>	85.3±1.3 <sup>C</sup>
	25	54.9±0.9 <sup>B</sup>	80.2±1.2 <sup>B</sup>
	35	51.0±1.6 <sup>A</sup>	77.4±1.1 <sup>B</sup>
	55	48.4±1.0 <sup>A</sup>	70.6±3.2 <sup>A</sup>

1) 同じ熱処理区間の同一列における異文字の肩文字を付した平均値間に 1%水準で有意差がある.

それぞれ図 1 に示し、窒素分解率の分析分散表を表 6 に示した。

下部消化管における窒素分解率については、表 6 から加熱区間、乾物区間、交互作用とも有意な差( $P<0.05$ )が認められた。図 1 から下部消化管で分解される窒素の値は、両加熱区において、乾物率が高くなるに従い高くなる傾向を示したが、対照区においてはその傾向は認められなかった。熱処理区間による比較では、DM 20%と DM 55%を除き前加熱区が高かった。

第一胃非分解窒素から P-P 分解窒素を差し引いた非分解窒素の割合を熱処理区間で比較すると、前加熱区>後加熱区>対照区の順で顕著に増加した。また、各熱処理区とも乾物率が高くなるにつれ増加した。

表 4. 第一胃内培養による窒素分解率の分散分析表.

要因	自由度	平方和	平均平方	分散比
全体	70	4552.246	65.032	
加熱条件	2	2258.977	1129.489	407.81** <sup>1)</sup>
乾物割合	3	1555.517	518.506	187.21**
加熱条件×乾物割合	6	574.345	95.724	34.56**
誤差	59	163.407	2.770	

1) \*\*: 1%水準で有意差がある.

表 5. 第一胃内培養後残渣の ADF および ADIN/TN 割合.

熱処理区分	乾物区分	ADF <sup>1)</sup> (%)	ADIN/TN <sup>2)</sup> (%)
対照区	20	57.1±1.1 <sup>ba)</sup>	6.9±1.2
	25	60.4±1.8 <sup>a</sup>	5.8±1.2
	35	60.2±0.7 <sup>a</sup>	6.4±0.7
	55	59.3±2.4	7.8±1.2
前加熱区	20	59.1±1.0 <sup>b</sup>	16.8±2.3 <sup>a</sup>
	25	61.8±0.6 <sup>A</sup>	20.1±0.7
	35	60.1±1.7	21.6±4.7
	55	59.4±1.1 <sup>b</sup>	24.3±3.2 <sup>b</sup>
後加熱区	20	56.4±0.9 <sup>b</sup>	15.1±3.8
	25	61.0±0.6 <sup>Ab</sup>	15.4±2.1
	35	61.4±0.7 <sup>Ab</sup>	12.0±1.7
	55	59.1±1.5 <sup>Ab</sup>	14.0±1.5

- 1) ADF: 酸性デタージェント繊維.
- 2) ADIN/TN: 酸性デタージェント繊維中窒素/総窒素.
- 3) 同じ熱処理区間の同一列における異文字の肩文字を付した平均値間に有意差 (大文字間 1% 水準, 小文字間 5% 水準) がある.

## 考 察

本試験においては、乾物率の異なる Pb サイレージに施された加熱処理の違いが乾物および窒素の第一胃における分解特性に及ぼす検討を行い、次に、下部消化管での窒素の分解について、タンパク質分解酵素を用いて追究した。

サイレージの発酵品質は前加熱では乳酸が生成されず、サイレージ特有の発酵が行われなかったにもかかわらず、V スコアでは 100 を示した。また、他の熱処理区についてみると、後加熱区の乾物率 25% を除くとサイレージとして以上のものであった。

本試験で熱処理されたすべてのサイレージの ADF 含量は増加するが、乾物率が高まるに従ってより顕著になることは、MIDDLETON and THOMAS の報告<sup>8)</sup>と一致した。しかし、ADF と共に繊維成分の指標である NDF は、材料草の乾物率が高まるにつれ、サイレージでの値は増加するが両熱処理の影響は認められなかった。このことから繊維成分のうち、ADF 成分は NDF 成分より熱処理の影響を受けやすいと考えられた。また、牧草のヒートダメージの一般的な指標であり、第一胃非分解性画分の窒素であるとの報告<sup>3,14)</sup>がある

ADIN 含量についても熱処理により増加し、第一胃培養後においても同様な結果であった。このことから熱処理は ADF と ADIN の両方の増加をもたらすと考えられた。

第一胃内培養の乾物分解率について、前報<sup>11)</sup>で報告したように、乾物率 15-18% の Pb サイレージでは低下割合が低かった。YU and VEIRA<sup>16)</sup>は乾物率 47% のルーサンヘイレージで熱処理により乾物分解率が低下することを報告している。本試験の結果から、サイレージ埋蔵時の材料草の乾物率が 20% と 25% では加熱による第一胃内での乾物分解率に影響がなく、35% と 55% では、乾物分解率が低下した。このことから加熱による乾物分解率の低下傾向には材料草の乾物率 35% 程度以上で顕著になると考えられた。

粗飼料の第一胃内分解窒素特性に対する熱処理の影響について検討した MAEDA<sup>6)</sup>は、イタリアンライグラス (乾物率 50% 以上) を 40-120°C で加熱乾燥した場合、60°C 以上の熱処理で非分解性画分割合が増加したと報告した。また、本試験においても、加熱と乾物率が交互作用を示し、80°C の加熱処理条件下でサイレージ材料草の乾物率が 35% および 55% では、20% に比べて低い第一胃内分解率を示した。このことは材料草の乾物率が比較的高い場合において、非分解性画分割合が高くなることを意味する。したがって、前報<sup>11)</sup>において 80°C で加熱処理を施したサイレージの非分解性画分の増加傾向が比較的低いのは、サイレージ埋蔵時の乾物率が 15-18% と低いことに起因するものと考えられた。

これらのことから熱処理による窒素の第一胃非分解性画分割合の顕著な増加をもたらすためにも、乾物率 35% 以上の条件が必要と考えられた。

両熱処理と共に材料草の乾物率が高くなるに伴い、P-P 処理により分解される窒素が増加した。このことは、下部消化管での利用可能な窒素が増加することを示している。熱処理によって第一胃バイパス窒素量が増加した場合、第一胃以降の下部消化管における非利用窒素率が増加すると、全消化管における窒素の利用率の低下を招くこととなる。熱処理において第一胃分解窒素の割合は低い値を示すが、しかし、同時に P-P 処理により残留する窒素も顕著に増加し、全消化管における非分解窒素の割合も熱処理によって増加することを示した。このように、本試験の条件においては、サイレージ中の窒素の第一胃バイパス画分割合は高まるものの消化器官全体でみた場合には、窒素の利用性は低下するものと考えられた。すなわち、サイレージへの熱処理は第一胃内での窒素の分解程度を抑え、バイパス性画分を増加させるが、消化率そのものの低下や、ADIN の増加に伴う下部消化管での利用も

表 6. 下部消化管における窒素分解率の分散分析表.

要因	自由度	平方和	平均平方	分散比
全体	65	508.742	7.827	
加熱条件	2	86.326	43.163	8.77** <sup>1)</sup>
乾物割合	3	80.534	26.845	5.46**
加熱条件×乾物割合	6	76.213	12.702	2.58*
誤差	54	265.670	2.770	

1) \*\*: 1%水準で, \*: 5%水準で有意差がある.

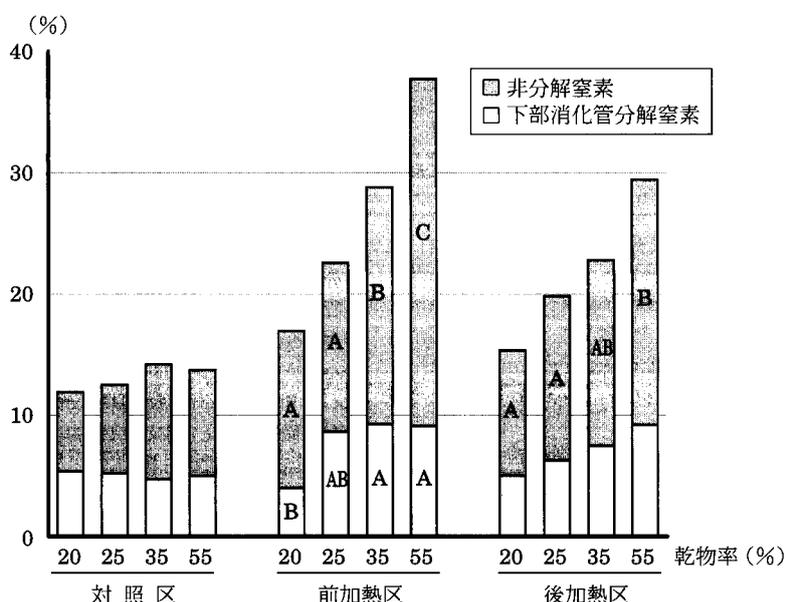


図 1. 下部消化管における全窒素の分解様相. 同じ処理区内の各窒素における異文字に 1%水準で有意差がある.

抑えられることが示された。これらの傾向はサイレージ埋蔵時の前加熱でより顕著であることが明らかになった。しかし、前加熱では乳酸生成がなされないため、サイレージとしての発酵品質も低いことが明らかになった。

サイレージ埋蔵中の加熱処理と乾物率の増加、又はその相互作用によって、タンパク質の第一胃バイパス性画分は増加した。しかし、下部消化管に移行するタンパク質の利用性は向上せず、より確実にタンパク質全体の消化性を高める工夫が必要である。石垣ら<sup>4)</sup>はバイパス性画分の多いメチオニンとリジンを搾乳牛に給与すると乳タンパク質生産量が増加することを報告している。また、飼料中のアミノ酸組成は加熱によりメイラード反応を受け、その変動<sup>9,13)</sup>がみられるため、タンパク質の牛体内での利用効果について、アミノ酸組成を含めてさらに検討する必要がある。

謝 辞

本研究の統計処理を行うにあたり、ご指導を頂いた琉球大学農学部の新城明久教授に深く感謝いたします。

引用文献

1) BETHARD, G.L., R.E. JAMES and M.L. MCGILLARD (1997)

Effects of rumen-undegradable protein and energy on growth and efficiency of growing Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* **80**, 2149-2155.

2) CALSAMIGLIA, S. and M.D. STERN (1995) A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.* **73**, 1459-1465.

3) GOERING, H.K., C.H. GORDON, R.W. HEMKEN, D.R. WALDO, P.J. VAN, SOEST and L.W. SMITH (1972) Analytical estimates of nitrogen digestibility in heat damaged forages. *J. Dairy sci.* **55**, 1275-1280.

4) 石垣 勇・玉城政信・千葉好夫 (1991) バイパスアミノ酸給与による乳量乳質低下防止試験. 沖繩畜試研報 **29**, 15-21.

5) KAWAMOTO, Y., M. TAMAKI and E. MIYAGI (1997) Effects of heating on dietary protein fractions of some tropical grass and legume silages in ruminant. *Proc. of the 18th Inter., Grass Congr.* **14**, 27-28.

6) MAEDA, Y. (1989) Effects of heat treatments on degradation of ruminal nitrogenous compounds in roughages. *J. Japan. Grassl. Sci.* **35**, 40-49.

7) MEHREZ, A.Z. and E.R. ØRSKOV (1977) A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.* **88**, 645-650.

8) MIDDLETON, T.R. and J.W. THOMAS (1983) Influence of aeration, moisture content and temperature on measurements

- of changes in forage proteins. *J. Anim. Sci.* **56**, 729-734.
- 9) 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 Sci.* **66**, 2198-2207.
- 10) NOCEK, J.E. (1988) In Situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. *J. Dairy Sci.* **71**, 2051-2069.
- 11) 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 ファジーヒーン (*Macroptilium lathyroides*) サイレージへの加熱処理が窒素の第一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.
- 12) VAN, SOEST, P.J. (1965) Use of detergents in analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yields of fiber and lignin in forages. *J. Am. OrGpn. Agric. Chem.* **48**, 785-790.
- 13) WEISS, W.P., H.R. CONRAD and W.L. SHOCKEY (1986) Amino acid profiles of heat-damaged grasses. *J. Dairy Sci.* **69**, 1824-1836.
- 14) 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 Sci.* **76**, 154-164.
- 15) YU, Y. and J. THOMAS (1976) Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. *J. Anim. Sci.* **42**, 766-774.
- 16) YU, Y. and D.M. VEIRA (1977) Effect of artificial heating of alfalfa haylage on chemical composition and sheep performance. *J. Anim. Sci.* **44**, 1112-1118.
- 17) ZERBINI, E. and C.E. POLAN (1985) Protein sources evaluated for ruminating holstein calves. *J. Dairy Sci.* **68**, 1416-1425.
- 18) 趙 景陽・和田和博・南 秀尚・下條雅敬・五斗一郎 (1992) 牧草の化学薬剤添加サイレージ調製がサイレージ蛋白質の山羊第一胃内分解と分解酵素による消化に及ぼす影響. 日草誌 **38**, 271-277.
- 19) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1999) 日本飼養標準 (乳牛) 1999年版. 中央畜産会. 東京. pp. 66-71.
- 20) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (2000) 日本飼養標準 (肉用牛) 2000年版. 中央畜産会. 東京. pp. 96-99.

## 要 旨

玉城政信・川本康博・本村 琢・波平知之・宮城 尚・仲田 正・園田立信 (2003) : 暖地型牧草 ファジーヒーン (*Macroptilium lathyroides*) サイレージの水分含量・加熱時期の違いが窒素の第一胃内および下部消化管での分解に及ぼす影響. 日草誌 **49**, 361-366.

暖地型牧草のファジーヒーン (Pb) を異なる乾物率 (20, 25, 35, 55%) 条件で調製したサイレージに対し, 埋蔵初期 (前期) と開封直前 (後期) にそれぞれ熱付加 (80°C の 3 日間) を施した場合について, 乾物および窒素分解に及ぼす影響をナイロンバック法による第一胃内分解とペプシン・パンクレアチン処理による下部消化管での分解の程度によってそれぞれ検討した。1. Pb サイレージの第一胃内乾物および窒素分解率は, 熱付加または乾物率が高いほど顕著に減少した。2. ADF 中の窒素は前期加熱で乾物率が高くなるに伴い高くなった。3. Pb サイレージの下部消化管で分解可能な窒素割合は, 熱付加または乾物率が高いほど増加した。しかし, 全消化管における非分解性窒素の割合も増加した。

キーワード : 加熱, 乾物率, サイレージ, 暖地型マメ科牧草, 窒素分解率.