

# 暖地型牧草ファジービーン(Macroptilium lathyroides)サイレンジへの加熱処理が窒素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 伊村,嘉美 本村,琢 仲田,正 園田,立信
発行元	日本草地学会
巻/号	48巻3号
掲載ページ	p. 236-241
発行年月	2002年8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



## 暖地型牧草ファジービーン (*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

玉城政信・川本康博\*・伊村嘉美\*\*・本村 琢\*・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)

\*\* 鹿児島大学入来牧場 (895-1402 鹿児島県入来町浦之名字大谷 4018-3)

\*\*\* 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, Nishihara-cho, Okinawa 903-0213, Japan

\*\* Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Iriki-cho, Kagoshima 895-1402, Japan

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

受付日: 2001年9月10日/受理日: 2002年2月27日

### Synopsis

Masanobu TAMAKI, Yasuhiro KAWAMOTO, Yosimi IMURA, Taku MOTOMURA, Tadasi NAKADA and Tatsunobu SONODA (2002): Effects of 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* 48, 236-241.

The effects of heat treatment of tropical grass and legume silages on the degradability of nitrogen in the rumen and the post-rumen digestive tract were evaluated. Tropical pasture legume species Phasey bean (Pb) and grass species Guinea grass (Gp) were ensiled. Four three-day heat treatments of 20, 40, 60 and 80°C were conducted before opening the silos. The nitrogen degradation patterns of heat-treated silages in the rumen were measured by the nylon bag technique using two rumen-fistulated Holstein dry cows. After 24 hours, the residual protein was digested with pepsin-pancreatin solution to separate the degradable and undegradable nitrogen in the post-rumen digestive tracts.

The results obtained were as follows:

1. The effective nitrogen degradability of Gp was higher than Pb, whose values have been shown to decrease with increasing heat temperature.
2. The ADF insoluble nitrogen was partially degradable in the post-rumen digestive tracts, even if treated with higher temperature.
3. It has been shown that the degradable nitrogen ratio in the post-rumen digestive tracts tended to decrease by heat-treatment and the ratio of undegradable nitrogen in all digestive tracts tended to increase by heat-treatment.

**Key words:** ADIN, Heat treatment, Nitrogen degradability, Silage, Tropical grass.

### 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類されている<sup>12,23,24</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>4,7,21</sup>。同じ粗タンパク質水準で家畜に給与した場合、非分解性タンパク質の割合を多くすると発育速度が増加するとの報告<sup>1,20</sup>がある。一方、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、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>9,10,23</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>4,6,7,15,17-19</sup>。また、牧草サイレージとしての貯蔵期間における発熱や加熱の程度は、それらを摂取した牛の第一胃内での乾物やタンパク質の分解性や利用性に影響する<sup>8</sup>ことが考えられる。しかしながら、暖地型牧草サイレージでの熱付加による窒素への影響の研究は少ない。

本試験は暖地型マメ科牧草とイネ科牧草のサイレージ貯蔵期間における加熱処理の違いが、第一胃内と下部消化管におけるタンパク質と第一胃内での乾物の分解性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

### 材料と方法

供試草種として、琉球大学農学部農場で栽培された開花初期のファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb. cv. Murray., 以下 Pb) と沖縄県畜産試験場の圃場で栽培された穂ばらみ前期のギニアグラス (*Panicum maximum* Jacq. var. *maximum* cv. Gatton, 以下 Gp) を用いた。両草種ともポリエチレン袋に約 150 g を入れ、バキュームシラーで密封し、31 日間埋蔵 (平均気温 23.0°C) した後、20°C, 40°C, 60°C および 80°C にそれぞれ設定した培養器に 3 日間静置した。開封後、直ちに凍結乾燥し、約 5 mm 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 1 mm に粉碎した。

Table 1. Silage fermentative quality before heat treatment.

Species	Dry matter	pH	VBN/TN <sup>1)</sup>	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid	iso-Butiric acid	n-Butiric acid
Pb	15.16	4.55	3.95	5.47	1.87	0.81	0.00	0.00
Gp	18.72	4.73	9.88	5.22	1.50	0.84	0.00	0.00

1) VBN/TN are expressed as a percentage of volatile basic nitrogen divided by total nitrogen in fresh matter.  
Values of organic acids are shown as a percentage of dry matter basis.  
Pb ; phasey bean, Gp ; Guinea grass.

Table 2. Content of NDF, ADF, TN and ADIN of heat treated silages.

Species	Temperature treatment				
		NDF	ADF	TN	ADIN
Pb	20°C	53.9±1.8	34.8±4.2 <sup>a</sup>	2.87±0.03	0.53±0.12 <sup>a</sup>
	40°C	51.6±2.5 <sup>a1)</sup>	36.7±2.5 <sup>ac</sup>	2.62±0.03	0.51±0.41 <sup>a</sup>
	60°C	52.5±0.5 <sup>ac</sup>	43.0±0.8 <sup>bc</sup>	2.61±0.02	0.94±0.01 <sup>b</sup>
	80°C	56.6±0.7 <sup>b</sup>	45.7±0.7 <sup>bd</sup>	2.71±0.03	1.92±0.16 <sup>c</sup>
Gp	20°C	59.3±0.2 <sup>a</sup>	39.8±0.6 <sup>a</sup>	2.59±0.07	0.52±0.02 <sup>a</sup>
	40°C	58.4±0.2 <sup>b</sup>	39.9±0.6 <sup>ac</sup>	2.60±0.10	0.50±0.01 <sup>a</sup>
	60°C	59.3±0.3 <sup>ad</sup>	40.9±0.1 <sup>cd</sup>	2.55±0.84	0.64±0.04 <sup>b</sup>
	80°C	61.1±0.5 <sup>c</sup>	43.1±0.1 <sup>b</sup>	2.37±0.04	0.83±0.04 <sup>c</sup>

Values are expressed as mean ± s.d., and shown as a percentage of dry matter basis.  
1) Means in the same column of each species with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).  
NDF ; neutral detergent fiber, ADF ; acid detergent fiber,  
TN ; total nitrogen, ADIN ; nitrogen in acid detergent fiber.  
Pb ; phasey bean, Gp ; Guinea grass.

処理開始前のサイレーズの発酵品質を表1に、処理されたサイレーズの窒素と繊維成分を表2にそれぞれ示した。

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>3,9,13)</sup>によって求めた。なお、これらの供試牛の体重は845 kgと762 kgであり、1 kg/日の配合飼料 (TDN72%) を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。試料の培養時間は3, 6, 12, 24 および 48 時間の5段階とした。使用したナイロンバックは目開き53µmのナイロン布を長さ18.5 cm, 幅8.5 cmの袋状に成形し、1袋当たり7 gの試料を封入した。供試牛1頭当たり1試料1培養時間に2袋とし、連続して2回実施した。なお、すべてのナイロンバック中の試料は第一胃培養前に流水中で軽くもみほぐした。ナイロンバックは第一胃の底部で所定時間培養後、経時的に取り出し、流水中で濁りがなくなるまで軽くもみ洗いし、常温でバットに薄く広げて24時間風乾した後、凍結乾燥し、1 mm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、窒素含量並びに酸性デタージェント繊維中窒素 (ADIN) を測定し、それぞれの第一胃培養前との差から分解率を算出した。分解率は、ØRSKOV and McDONALD<sup>13)</sup>の指数式を基にした  $N(t) = a + b(1 - e^{-ct})$  に当てはめ、最小自乗法によって各パラメータを算出した。

また、これらの *in situ* 法による24時間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) 処理後の窒素を測定し、第一胃以降の下部消化器官における窒素消失率を算出した。

窒素の有効分解率は  $N = a + (b \times c) / (c + k)$  の式<sup>13)</sup> から算出した。N (t) は時間 t における分解率 (%), a は第一胃内に投入された後、急速に分解する易分解性の分画割合 (%) を示し、b はゆっくりではあるが分解する難分解性の分画割合 (%), c は b 分画の分解速度定数 (/h), k は未分解画分の第一胃流出速度で、これまでの報告<sup>22)</sup> を参考に  $k = 0.02 - 0.08$  (/h) と仮定して有効分解率を算出した。

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) により行い、NDF と ADF は定法<sup>15)</sup> に従った。

## 結 果

### 1. 第一胃内乾物および窒素分解率

Pb および Gp のナイロンバック法による第一胃内培養での乾物分解率の推移を図1a および図1b に示した。Pb の各処理区の分解率は培養後12時間目には50%を示し、その後は緩やかに上昇したのに対し、Gp の乾物分解率の増加は培養3時間目から直線的に増加し、両草種とも培養後48時間目までには約60%の乾物分解率を示した。しかし、両草種とも加熱処理の違いによる乾物分解率の差はほとんど認められなかった。

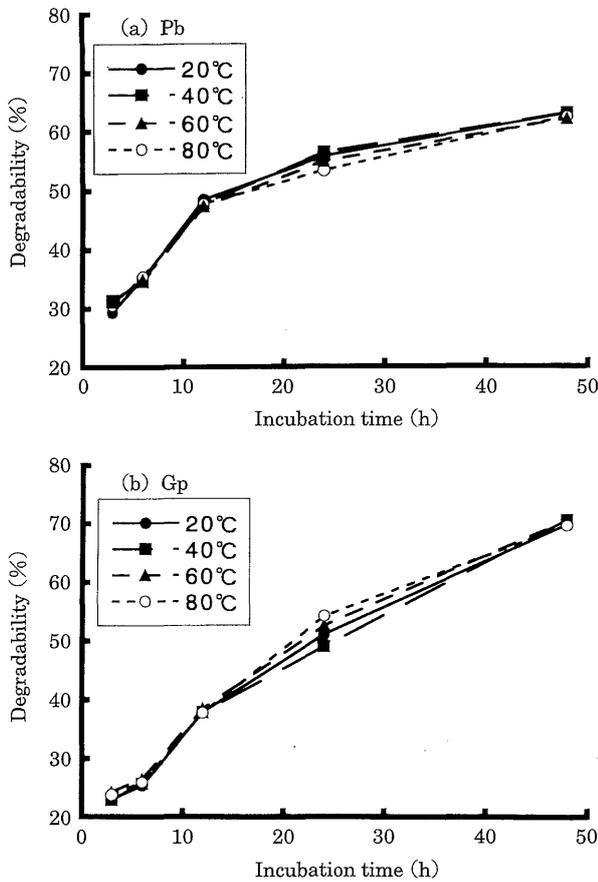


Fig. 1. Dry matter degradability of heat treated silages of Phasey bean (a) and Guinea grass (b) incubated in the rumen.

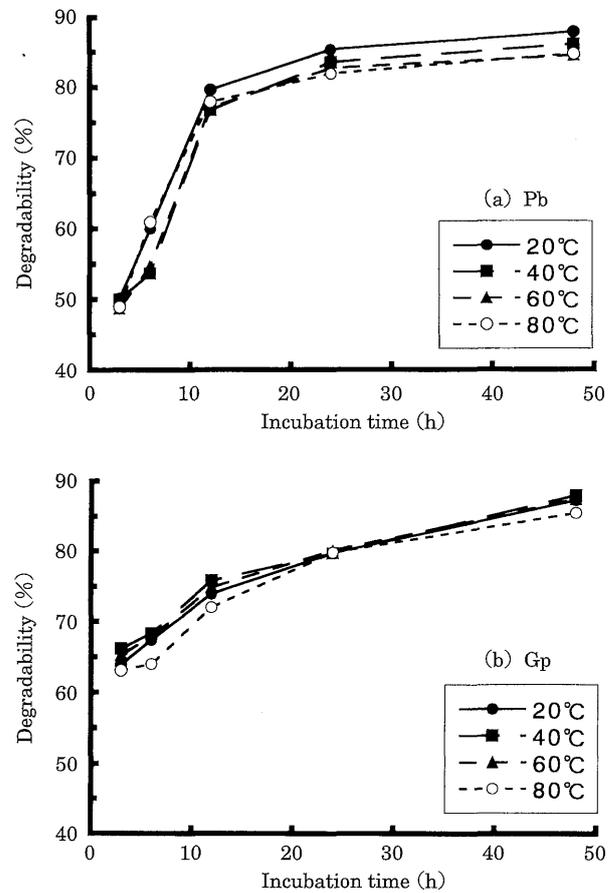


Fig. 2. Nitrogen degradability of heat treated silages of Phasey bean (a) and Guinea grass (b) incubated in the rumen.

Table 3. Constant values of the exponential regression equation<sup>1)</sup> for predicting the nitrogen degradation of respective heat treated silage.

Species	Temperature treatment	Constant value <sup>1)</sup>			
		a	b	a+b	c (/h)
Pb	20°C	39.1	49.4	88.5	0.115
	40°C	37.7	49.7	87.4	0.103
	60°C	38.5	47.8	86.3	0.105
	80°C	41.2	43.7	84.9	0.117
Gp	20°C	61.0	29.4	90.4	0.044
	40°C	63.1	27.6	90.7	0.044
	60°C	63.5	28.4	91.9	0.035
	80°C	57.7	30.2	87.9	0.047

1)  $N(t) = a + b(1 - e^{-ct})$ , where N are the rate of nitrogen degradation rate at incubation time t.

Constant value of a, b and c are shown as follows; a; rapidly soluble fraction, b; slowly degradable fraction and c; rate constant of disappearance for b fraction (/h), t; incubation time.

Pb; phasey bean, Gp; Guinea grass.

PbおよびGpの窒素分解率の推移を図2aおよび図2bに示した。Pbの分解率は培養3時間目から12時間目で約50%から約75%と急激に上昇し、以後48時間目の約80%までゆるやかな上昇で推移したのに対し、Gpの分解率は培養3時間目で約65%となり、48時間目の85%まで緩やかに上昇した。Pbの加熱処理間の比較を行ったところ、培養24時間目以降の20°C処理と比較して40°C、60°Cおよび80°C加熱処理の値は低く推移し、Gpの窒素分解率はすべての培養時間で80°C加熱処理が低く推移したがいずれも有意な差は認められなかった。

PbおよびGpの窒素分解パラメータ値を表3に示した。Pbの窒素の易分解性分画割合aは、各処理ともほぼ同じ値で、難分解性分画割合bは20°Cの49.4%から80°Cの43.7%まで漸次的に低下した。このため潜在的分解性分画割合(a+b)は、加熱処理により低くなった。Gpについては、80°Cが20°C処理よりaおよびa+bの値が低くなった。

b分画の分解速度定数cはPbにおいては、いずれの処理でも0.1を上回っていたが、Gpでは0.047以下であった。

## 2. 窒素有効分解率

第一胃通過速度(k)を0.02-0.08(/h)と仮定した場合の窒素の有効分解率を算出し、表4に示した。草種間で比較を行ったところ、窒素の有効分解率はGpで高い値となり、通

Table 4. Comparison of estimated effective rumen degradability of nitrogen under respective rumen outflow rate.

Species	Temperature treatment	Rumen outflow rate (/h)						
		0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Pb	20°C	81.2	78.3	75.8	73.5	71.6	69.8	68.2
	40°C	79.3	76.2	73.5	71.2	69.1	67.3	65.7
	60°C	78.7	75.7	73.1	70.9	68.9	67.2	65.6
	80°C	78.7	76.1	73.9	72.0	70.2	67.7	67.3
	Gp	20°C	81.2	78.5	76.4	74.8	73.4	72.3
Gp	40°C	82.1	79.5	77.6	76.0	74.8	73.8	72.9
	60°C	81.6	78.8	76.8	75.2	74.0	73.0	72.1
	80°C	78.9	76.1	74.0	72.3	71.0	69.8	68.9

Pb ; phasey bean, Gp ; Guinea grass.

Table 5. Estimated degradable and undegradable fractions of nitrogen.

Species	Temperature treatment	Rumen degradable fraction	Post-ruminal degradable fraction	Undegradable fraction
Pb	20°C	84.7	4.9	10.5
	40°C	82.8	5.0	12.2
	60°C	81.2	5.7	13.0
	80°C	80.8	4.4	14.8
	Gp	20°C	79.5	7.3
Gp	40°C	78.5	6.5	15.0
	60°C	79.2	6.7	14.1
	80°C	78.5	6.3	15.2

Values are represented as percentage of respective temperature treatment silage.

Pb ; phasey bean, Gp ; Guinea grass.

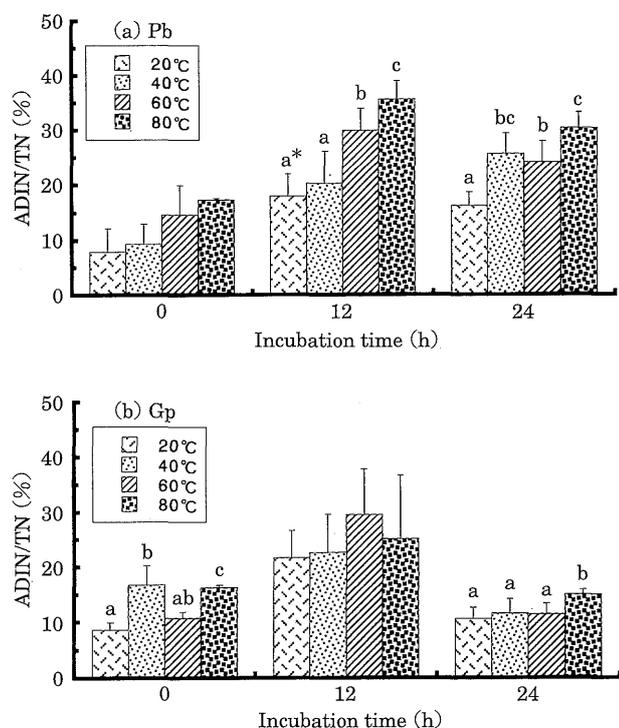


Fig. 3. Changes of ratio of ADIN to total nitrogen (TN) of Phasey bean (a) and Guinea grass (b) under respective incubation time in the rumen. \* There are significant ( $p < 0.05$ ) differences between the heat treatments with the same alphabets on the top of bars under the same incubation time.

過速度が高いほど、その差は広がる傾向を示した。加熱処理間で比較を行ったところ、Gpの80°C処理の場合、有効分解率は他の処理より低い傾向が認められた。Pbの場合、40°Cおよび60°C処理の有効分解率は20°C処理より低い値となり、80°C処理の値はそのほぼ中間値であった。

### 3. 全窒素中のADINの推移

PbおよびGpの第一胃培養前、培養12および24時間目

における全窒素中のADINの割合(ADIN/TN)の推移を図3aおよび図3bに示した。培養前(0時間)のPbのADIN/TN値は、加熱処理温度が高くなるに従い高い値を示し、その傾向は培養12時間目あるいは24時間目でも同様であった。培養12時間目あるいは24時間目のADIN/TN値は培養前と比較して高くなったが、培養12時間目と24時間目における値の違いは認められなかった。Gpでは、20°Cと比較して80°Cでは高いものの、40°Cと60°Cの場合では一定の傾向は認められなかった。Gpの場合、培養前に比較して培養12時間目では、高い値を示したものの、24時間目では再び低い値となる傾向を示した。

### 4. P-P処理後の窒素推移

第一胃内培養後試料について、第一胃以降での分解率を推定する目的で、PbおよびGpの第一胃培養前、培養24時間目および24時間培養後の試料にP-P処理した場合のそれぞれの窒素含量の推移から、第一胃内で分解される割合、第一胃以降で分解される割合、さらに、非分解窒素(不消化窒素)の割合を推定し、表5にそれぞれ示した。

PbはGpより第一胃での分解量の値が高く、第一胃以降の分解可能値は低かった。非分解窒素量は両草種ともほぼ同じ値であったが、全窒素中に占めるその割合はPbが低かった。加熱処理による分解割合の比較を行うと、加熱処理温度を上昇させることによりPbの第一胃分解窒素割合は低くなる傾向を示した。Gpについても60°C処理を除き同様の傾向を示した。したがって両草種とも非分解窒素量割合は、加熱処理温度が高くなるに従い高くなる傾向を示した。

## 考 察

本試験においては、PbおよびGpサイレージに施された加熱処理が乾物および窒素の第一胃における分解特性に及ぼす影響の検討を行い、次に、下部消化管での窒素の消化について、タンパク質分解酵素を用いて追究した。

第一胃内培養の乾物分解率における加熱処理の影響はほとんど認められなかった。この結果は、YU and VEIRA<sup>19)</sup>の加熱

処理により乾物分解率が低下するとの報告と異なる結果であった。加熱処理によって、乾物分解率が低下する要因のひとつとして、含有水分量の多寡が関与するものと考えられる。このことについては検討しているところである。

第一胃内における窒素の分解特性をパラメータ値でみると、両草種とも易分解性分画割合の a 値が比較的高く (37.7-63.5%), Gp では a 値が難分解性分画割合の b 値より高い値を示した。押部ら<sup>14)</sup> は人工乾燥した牧草類の a 値を報告しているが、その値は 20% を超えることはなかった。一方、藤田ら<sup>3)</sup> はイネ科牧草サイレージやトモロコシサイレージで a 値が約 40-60% であったと報告しており、本試験における結果もそれとほぼ一致し、サイレージにおいては易分解性分画割合の a 値が高くなる特徴が示された。

草種間で窒素の分解特性をパラメータ値で比較すると、Pb の分解速度定数 c は Gp の場合の 2 倍以上の値を示したものの、両草種の第一胃通過速度を同じと仮定した場合、0.02-0.08 (/h) の通過速度において、Gp の有効分解率が Pb のそれより高い値であった。これには Gp サイレージにおける易分解性分画割合の高さが寄与しているものと考えられた。

粗飼料の第一胃内分解窒素特性に対する加熱処理の影響について検討した MAEDA<sup>7)</sup> は、イタリアンライグラスを 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分画割合が増加したと報告した。本試験においても、Gp の窒素分解特性については、80°C 処理で a 値が減少し、非分解性分画割合が増加する傾向が認められ、Pb では加熱温度の上昇に従い b 値が減少し、非分解性分画割合が増加する傾向が認められた。窒素の第一胃内通過速度を勘案した有効分解率に関しては、両草種とも 80°C 処理が 20°C 処理より低い値を示し、サイレージ貯蔵中の加熱処理によって暖地型牧草サイレージの窒素の第一胃バイパス性画分の増加する可能性が示された。有効分解率は分解特性を示すパラメータ値と関連性がみられたが、40°C および 60°C 処理においては明らかな関連性は認められなかった。

これらの結果から、本試験で供試したサイレージにおける窒素の第一胃バイパス性の増加は、その分解性分画割合の減少によるものと考えられる。しかし、本試験での熱付加による第一胃内における窒素の有効分解率の低下割合は、他の試験結果の場合と比較したところ、イタリアンライグラスを 40, 80 および 120°C で人工乾燥したり、サイレージを 60°C で 6 および 12 日間加熱した MAEDA の報告<sup>7)</sup>、アルファルファ乾草を 100°C 以上で 15-120 分加熱した YANG *et al.* の報告<sup>17)</sup>、圧べん大豆を 400°C で 0.5-2 分加熱した新出の報告<sup>11)</sup> などのいずれよりも小さかった。これは、被加熱材料 (乾草、サイレージ、濃厚飼料) や成分条件 (水分等)、あるいは加熱条件 (温度や加熱時間) の違いによるものと考えられるが、その詳細については今後検討を行う予定である。

ADF 中の窒素 (ADIN) は牧草のヒートダメージの一般的な指標であり、メラノイジン様物質が生成される<sup>5)</sup> ことにより、第一胃バイパス性画分の窒素であるとの報告<sup>4,17)</sup> がある。このことから、第一胃培養前と 12 および 24 時間培養のそれぞれの ADIN 含量が測定されたが、Pb および Gp いずれの

草種においても、加熱処理によって第一胃培養前のサイレージの ADIN 量が漸次増加したが、第一胃培養中においては ADIN 量が減少した。したがって、サイレージ発酵中の発熱や本試験で行った加熱処理によって増加する ADIN は、第一胃内微生物によって一部分解可能になる割合も含まれることから、サイレージや加熱処理を施した飼料タンパク質の第一胃バイパス性画分の指標として、ADIN のみを用いることの危険性が示唆された。

Pb において加熱温度が高くなるに伴い P-P 処理後に残留する窒素が増加した。これは、分解特性を示すパラメータ値の潜在的分解性分画割合と同じ推移であった。加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招くこととなる。両草種とも 40°C 以上の加熱処理において第一胃分解窒素の割合は 20°C 処理よりも低い値を示すが、下部消化管における分解可能な窒素割合はほぼ減少し、全消化管における非分解窒素の割合が加熱処理により増加した。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割合は高まるものの消化器官全体でみた場合には、栄養価の利用性は低下するものと考えられた。すなわち、サイレージへの加熱処理は第 1 胃内での窒素の分解速度とその程度を抑え、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抑えられることが示された。

サイレージ埋蔵中の発熱あるいは加熱処理によってタンパク質の第一胃バイパス性画分を増加させ、下部消化管での利用性を高め、反芻家畜の生産性の向上をもたらすためには、その時の飼料成分や構成および飼料調製条件が大きく関与するものと考えられる。また、メイラード反応を受けたアミノ酸組成の変動<sup>10,16)</sup> もみられるため、栄養価の改善効果についてさらに検討する必要がある。

## 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. STER (1995) A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.* **73**, 1459-1465.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) HODGE, J. E. (1953) Chemistry of browning reaction in model systems. *J. Agric. Food Chem.* **1**, 928-943.
- 6) 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.

- 7) MAEDA, Y. (1989) Effects of heat treatments on degradation of ruminal nitrogenous compounds in roughages. *J. Japan. Grassl. Sci.* **35**, 40-49.
- 8) MANDELL, I. B., D. N. MOWAT, W. K. BILANSKI and S. N. RAI (1989) Effect of heat treatment of alfalfa prior to ensiling on nitrogen solubility and in vitro ammonia production. *J. Dairy Sci.* **72**, 2046-2054.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 新出昭吾 (2000) 圧べん大豆の加熱処理が第一胃内粗タンパク質有効分解度に及ぼす影響. 日畜会報 **71**, 245-251.
- 12) NOCEK, J. E. (1988) In Situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. *J. Dairy Sci.* **71**, 2051-2069.
- 13) ØRSKOV, E. R. and I. McDONALD, (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* **92**, 499-533.
- 14) 押部明徳・小川増弘・増淵敏彦 (1987) 粗飼料蛋白質の綿羊第一胃内における分解性. 草地試験場研究報告 **37**, 58-62.
- 15) 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.
- 16) WEISS, W. P., H. R. CONRAD and W. L. SHOCKEY (1986) Amino acid profiles of heat-damaged grasses. *J. Dairy Sci.* **69**, 1824-1836.
- 17) 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.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) ZERBINI, E. and C. E. POLAN (1985) Protein sources evaluated for ruminating holstein calves. *J. Dairy Sci.* **68**, 1416-1425.
- 21) 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.
- 22) AFRC (1995) Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford UK. pp. 10-11.
- 23) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1994) 日本飼養標準 (乳牛) 1994年版. 中央畜産会. 東京. p. 60.
- 24) 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・伊村嘉美・木村 琢・仲田 正・園田立信 (2002) : 暖地型牧草フェジーヒーノン (*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.

暖地型牧草のフェジーヒーノン (Pb) およびギニアグラスサイレージ (Gp) への熱付加 (20, 40, 60, 80°C の3日間) が, それらの窒素分解に及ぼす影響をルーメンフィステル装着の乾乳牛を用いたナイロンバック法により, 下部消化管での分解はペプシン・パンクレアチン処理により検討した。

1. Gpの有効窒素分解率は, Pbより高かった。これらの値は, 両種とも加熱処理温度の上昇に伴い減少した。

2. 一部のADF中の窒素は今試験で処理した高い温度でも, 第一胃以降の下部消化管で分解された。

3. 加熱処理により, 下部消化管における分解可能な窒素割合は減少し, 全消化管における非分解窒素の割合は増加した。

キーワード: ADIN, 加熱, サイレージ, 暖地型牧草, 窒素分解率.