

琉球大学学術リポジトリ

暖地型牧草の蛋白質画分の生産と蓄積様式及び利用に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 川本康博 公開日: 2009-08-04 キーワード (Ja): 暖地型マメ科牧草, サイレージ, 暖地型イネ科牧草, 飼料タンパク質, 不消化タンパク質, 加熱, 分解性タンパク質, 不消化性タンパク質 キーワード (En): FEED PROTEIN, TROPICAL GRASS, HEATING, DEGRADABLE PROTEIN, SILAGE, TROPICAL LEGUME, INDIGESTIBLE PROTEIN 作成者: 川本, 康博, 宮城, 悦生, Kawamoto, Yasuhiro, Miyagi, Etsuo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/11707

加熱処理がサイレージの発酵品質及び摂取タンパク質の利用性に及ぼす影響

緒論

亜熱帯地域において、サイレージ利用を行う場合、高温時に調製される場合が多く、また、高温環境下で開封されることも多い。その上、適切な調製、開封及び利用がなされないと、いわゆる好気的変敗を起こす場合が認められる。その際、タンパク質や繊維は成分の変性を受け易い。

また、今までの報告^{1)~4)}によると好気的変敗を起こした牧草サイレージの消化率の低下、pHの上昇、乳酸含量と総VFA含量の減少など、変敗により著しく飼料価値が低下することが報告されている。このようにサイレージの好気的変敗がその飼料価値に与える影響について、サイレージの化学成分、品質の面から検討した報告は多数あるが、摂取タンパク質の利用性について検討した報告はなされていない。

本試験では、代表的な暖地型マメ科牧草及びイネ科牧草についてサイレージ調製を行い、開封時及び埋蔵時の発熱を考慮した、一時的な加熱（加温）処理が、生成されたサイレージの発酵品質に及ぼす影響の検討及び、反芻家畜による摂取タンパク質の利用性に及ぼす影響の検討をした。摂取タンパク質の利用性は、これまでに報告された分画手法⁵⁾により摂取タンパク質の分画を行った。

材料及び方法

1. 供試草種

【試験1】表1に示したように5月23日刈り取りの暖地型マメ科牧草のサイラトロ (Si), グリンリーフデスモディウム (Gd), グライシンクーパー (Gc) の計3草種と、暖地型イネ科牧草のネピアグラス (Ne), ローズグラス (Rg) の計2草種を用いた。

表1 供試草種

サイラトロ (Si)	<u>Macroptilium atropurpureum</u> cv. Siratro
グリーンリーフデスマディウム (Gd)	<u>Desmodium intorutum</u> cv. Greenleaf
グライシンクーパー (Gc)	<u>Neonotonia wightii</u> cv. Cooper
ネピアグラス (Ne)	<u>Pennisetum purpureum</u> Schmuch
ローズグラス (Rg)	<u>Chloris gayana</u>

表2 供試草種

サイラトロ(Si)	<u>Macroptilium atropurpureum</u> cv. Siratro
ファジービーン(Pb)	<u>Macroptilium latyroides</u>
グリーンリーフデスマディウム(Gd)	<u>Desmodium intorutum</u> cv. Greenleaf
グライシンクーパー(Gc)	<u>Neonotonia wightii</u> cv. Cooper
ルキーナ(Le)	<u>Leucaena leucocephala</u> cv. Canningham
ネピアグラス(Ne)	<u>Pennisetum purpureum</u> Schmuch

【試験2】表2に示したように8月6日刈り取りの暖地型マメ科牧草のサイラトロ(Si),ファジービーン(Pb),グリーンリーフデスマEDIUM(Gd),グライシントーパー(Gc),ルキーナ(Le)の計5草種と,暖地型イネ科牧草のネピアグラス(Ne)を用いた.

2. サイレージ調製法

各草種刈り取り後3~5cmに細切し, 500~1000ccのポリ容器に少量ずつ圧縮しながら詰め込み埋蔵した. 貯蔵期間は, 試験1が60日間, 試験2が30日間とした.

3. サイレージ加熱処理方法

【試験1】開封時加熱処理として, 開封したサイレージを3等分して, 一つは直ちに凍結乾燥(タイテック株式会社製, FEREEZE DRYER, VD-41)して対照サイレージとし, 他の二つは室温($25\pm 2^{\circ}\text{C}$)並びに 50°C で1日放置しその後凍結乾燥した.

【試験2】埋蔵時加熱処理として, 埋蔵時に 25°C , 室温($25\pm 2^{\circ}\text{C}$)及び 50°C で2日間放置した後室温で貯蔵した. 開封後はそれぞれ凍結乾燥した.

これらの処理サイレージは凍結乾燥後, 1mmのふるいを通るように粉碎(池本理化工業製, 粉碎器, C-1型)した.

4. 摂取タンパク質の分画方法

1) 易溶解性タンパク質の測定方法

Van Soestら⁶⁾の方法に従い, リン酸水素ナトリウムと硼酸ナトリウムを混合した混合ミネラル(BP)溶液で培養抽出することにより測定した.

2) 分解性タンパク質の測定方法

動物栄養試験法⁷⁾に記載されている方式により, 第一胃フィステル装着牛(体重 $790\pm 15\text{kg}$, 8才令, ホルスタイン去勢雄)2頭を供試し試料4gを入れた $9\times 12\text{cm}$, 200メッシュ($75\mu\text{m}$)のナイロンバッグ30個を第一胃内に挿入

し、6、12、24時間培養する Insitu法^{8)・9)・10)} によって培養抽出した。第一胃より取り出したバッグは、水道水で洗浄液が透明になるまで洗浄した後蒸留水で洗浄し、それぞれの残存するN量をケルダール法で測定し、培養前のN量からの消失率を求めた。

また、挿入したバッグを固定する糸の長さは80cmとし、バッグは第一胃内へ挿入する前に1分間水に浸した。

3) 非分解性タンパク質の測定方法

分解性タンパク質から不消化タンパク質を差し引いて測定した。

4) 不消化タンパク質の測定方法

Insitu法での24時間培養した試料をさらに1/10N塩酸とペプシンを混合した酸性ペプシンで48時間培養抽出することにより測定した。

5. サイレージの発酵品質分析方法

有機酸含量はガスクロマトグラフ法、可溶性炭水化物(TNC)はアンスロン硫酸法、乾物消化率はペプシン・セルラーゼ法によりそれぞれ測定した。

結果

1.サイレージの発酵品質

1. サイレージの成分及びpH

開封時加熱処理によるサイレージの成分及びpHについて表3に示した。

pHは各草種全体を通じて同等かもしくは上昇する傾向を示した。反対に乳酸含量は各草種全体を通じて同等かもしくは低下する傾向を示した。有機酸生成量は全体を通じて減少した。

埋蔵時加熱処理によるサイレージの成分及びpHについて表4に示した。

pHは全体を通じて上昇する傾向を示した。反対に乳酸含量は全体を通じて低下する傾向を示した。有機酸生成量は全体を通じて減少する傾向を示した。

表3 開封時加熱処理に伴うサイレージの発酵品質

サイレージ	pH	有機酸 (% 新鮮物当たり)				
		乳酸	酢酸	酪酸	プロピオン酸	吉草酸
Si 未処理	4.56	1.086	1.048	0.354	0.154	0.103
Si 50℃	4.51	0.609	0.953	0.269	0.127	0.079
Gc 未処理	5.52	0.008	1.002	0.979	0.203	0.128
Gc 50℃	6.16	0.01	1.16	1.203	0.247	0.087
Gd 未処理	4.99	0.021	0.895	0.147	0.367	
Gd 50℃	4.93	0.015	0.813	0.132	0.323	
Ne 未処理	3.67	1.047	0.13	0.17		
Ne 50℃	3.76	0.651	0.153	0.214		
Rg 未処理	4.28	0.019	0.285	0.502	0.028	0.011
Rg 50℃	4.32	0.05	0.422	0.715	0.028	

表4 埋蔵時加熱処理に伴うサイレージの発酵品質

サイレージ	pH	有機酸 (%新鮮物当たり)				
		乳酸	酢酸	酪酸	プロピオン酸	吉草酸
Si 25℃	5.68	0.007	1.979	1.259	0.461	0.203
Si 50℃	5.59	0.008	2.143	1.157	0.303	0.181
Pb 25℃	4.74	0.725	0.432	0.282		
Pb 50℃	5.64	0.024	0.101			
Gd 25℃	5.62	0.016	0.996	0.091	0.228	
Gd 50℃	5.70	0.01	0.784	0.046	0.407	
Gc 25℃	5.81	0.006	2.078	1.491	0.488	0.327
Gc 50℃	5.73	0.007	1.299	1.325	0.225	0.136
Ne 25℃	4.09	1.156	0.061	0.102		0.051
Ne 50℃	4.71	0.375				
Le 25℃	5.91	0.297	0.394	0.218		
Le 50℃	5.98	0.069	0.588	0.466	0.072	

2. 可溶性炭水化物（TNC）量

開封時・埋蔵時加熱処理における原料草とサイレージの可溶性炭水化物（TNC）量を図1に示した。

サイレージ調製により発酵に利用されたTNC量は減少した。しかし、開封時加熱処理による影響には一定の傾向は示されなかった。埋蔵時加熱処理においては、50℃処理では現存量が高く、すなわち消費されたTNC量が少ないことが示された。消費されたTNC量と乳酸含量の関係を図2に示した。消費されたTNC量と乳酸含量間には高い正の相関関係が示された。

3. 乾物消化率

開封時・埋蔵時加熱処理における原料草とサイレージの乾物消化率を図3に示した。

開封時加熱処理では、原料草と比較してサイレージ調製により乾物消化率が低下する傾向を示した。加熱処理によりGc,Gd,Neでは乾物消化率が低下する傾向を示したが、他の草種では一定の傾向は見られない。

埋蔵時加熱処理では、一定の傾向は示されない。

11. 摂取タンパク質の利用性

1. 第一胃内培養時間に伴う窒素成分溶出率の推移

開封時及び埋蔵時における第一胃内培養時間に伴う窒素成分溶出率を図4に示した。

開封時加熱処理によって窒素成分溶出率は各草種とも全体を通じて僅かに高い傾向を示した。草種間の比較としてGdの溶出率が低い値を示した。

埋蔵時加熱処理においては、草種による違いがあり、Si,Gd,Leでは高い傾向を示し、Pb,Neでは低い傾向を示した。草種間の比較としてGdの溶出率は低い値を示した。

2. サイレージ中の摂取飼料タンパク質の分画

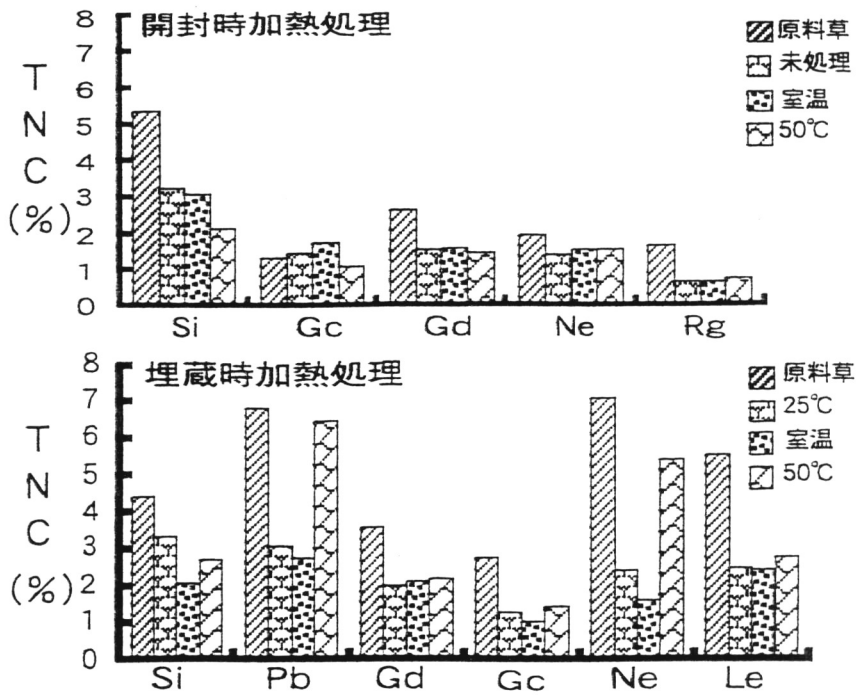


図1 原料草とサイレージのTNC含量

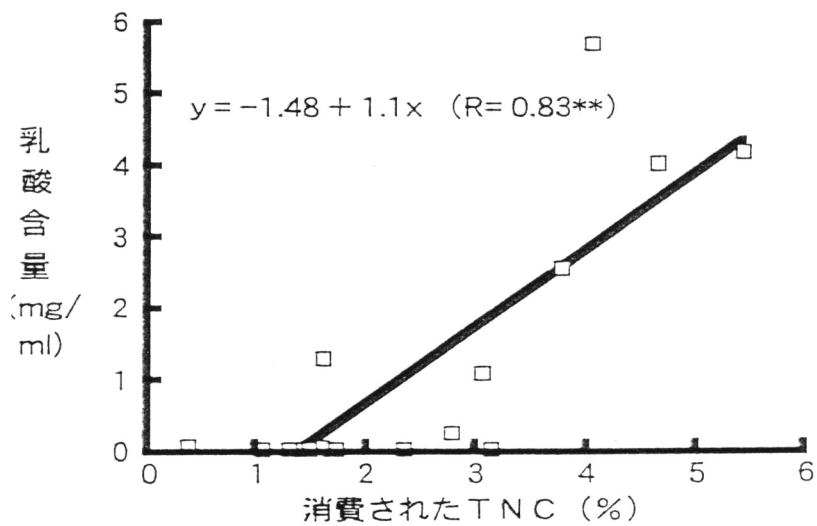


図2 乳酸含量と消費されたTNC含量との関係

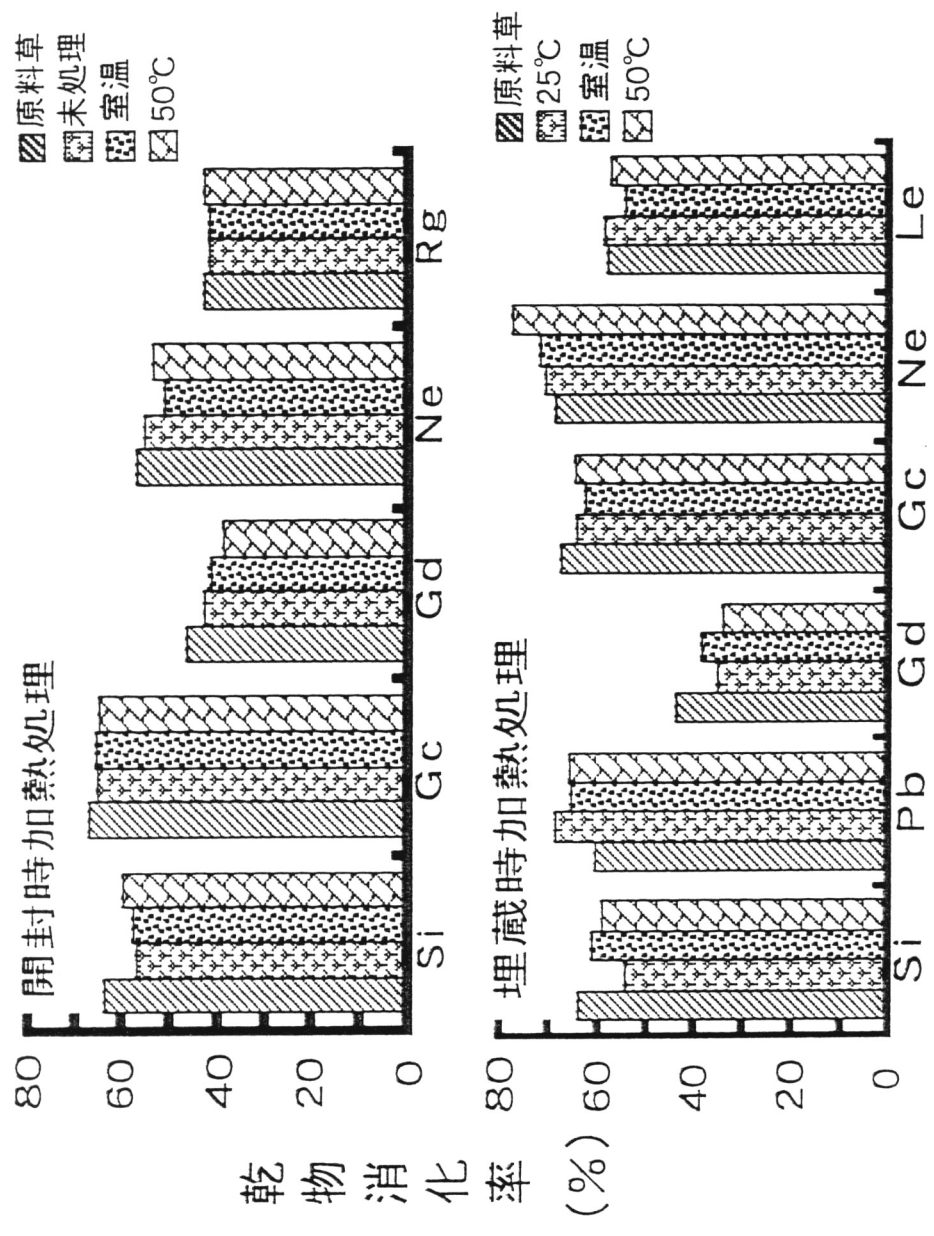


図3 原料草とサイレージの乾物消化率

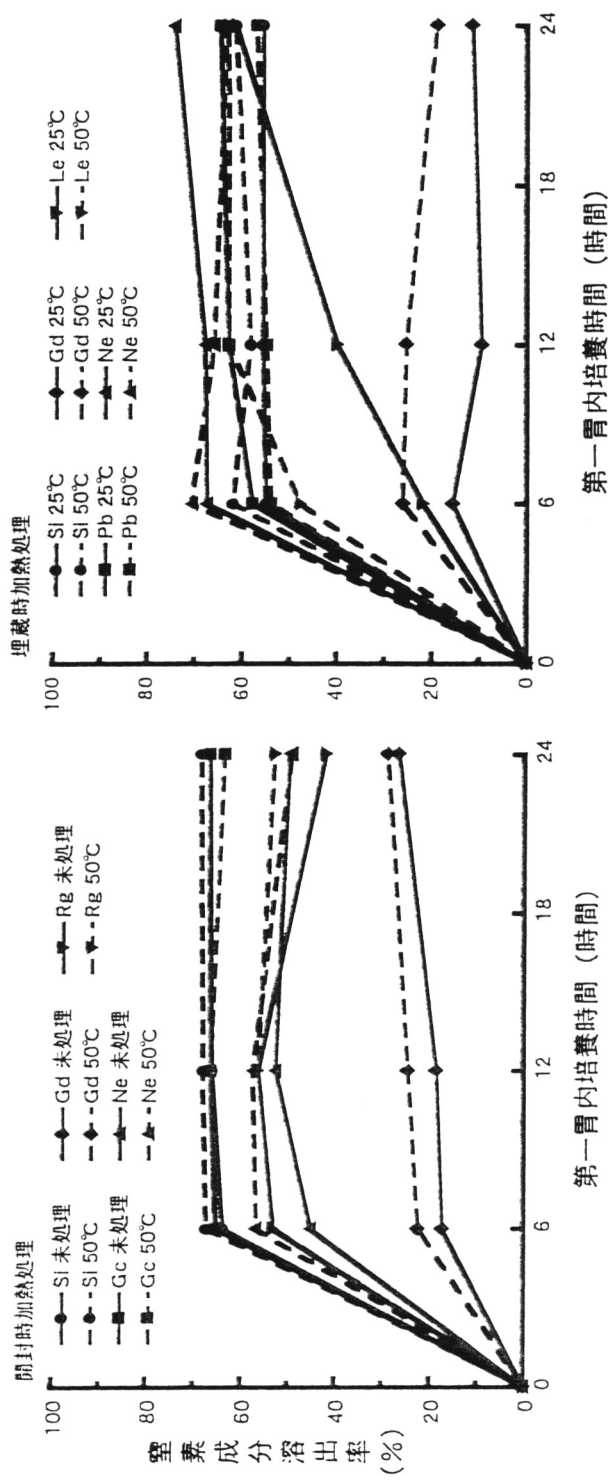


図4. 第一胃内培養時間に伴う窒素成分溶出率の推移

開封時加熱処理におけるサイレージ中の摂取タンパク質の分画を図5に示した。

草種による違いはあるものの、加熱処理による一定に傾向は見られないが、易溶解性タンパク質の割合がイネ科牧草では加熱処理により高くなる傾向が示され、マメ科牧草では低下する傾向が示された。草種間で比較するとグリーンリーフデスマディウムでは、下部消化管で利用されるタンパク質及び不消化タンパク質の割合が高い傾向が示された。分解性タンパク質の割合は加熱処理により各草種とも全体を通じて僅かに高くなる傾向が示された。

埋蔵時加熱処理におけるサイレージ中の摂取タンパク質の分画を図6に示した。

草種による違いはあるものの、加熱処理による一定の傾向は見られない。易溶解性タンパク質の割合がイネ科牧草のネピアグラスでは高くなることが示されたが、マメ科牧草では一定の傾向は示されなかった。草種間の比較として開封時加熱処理と同様グリーンリーフデスマディウムでは不消化タンパク質の割合が高い傾向を示した。

考察

サイレージの好気的変敗の結果として、pHの上昇、温度の上昇が起こることが知られている³⁾。本試験では、pHの上昇よりも発熱の方が変敗の進行をより直接的に反映したことが報告²⁾されていることから、温度の上昇に着目し、サイレージ調製を行い開封時及び埋蔵時に一時的な加熱（加温）処理を行った。

サイレージの発酵品質についてみると、好気的変敗によって一般に起こると報告されている^{2), 3)} pHの上昇、乳酸含量及びVFA含量の減少が、加熱処理サイレージにおいてもみられた。しかし、全草種でみられたというわけではなかった。

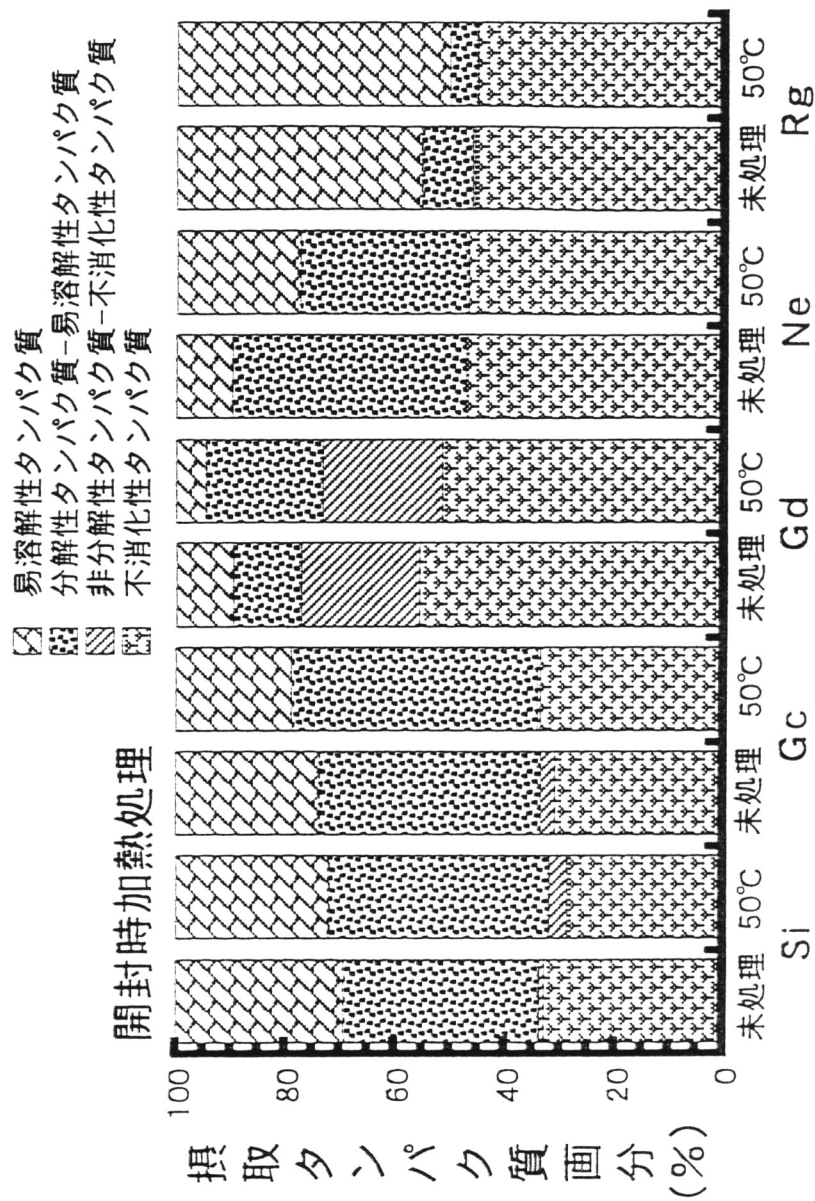


図5. サイレージ中の摂取飼料タンパク質の分画

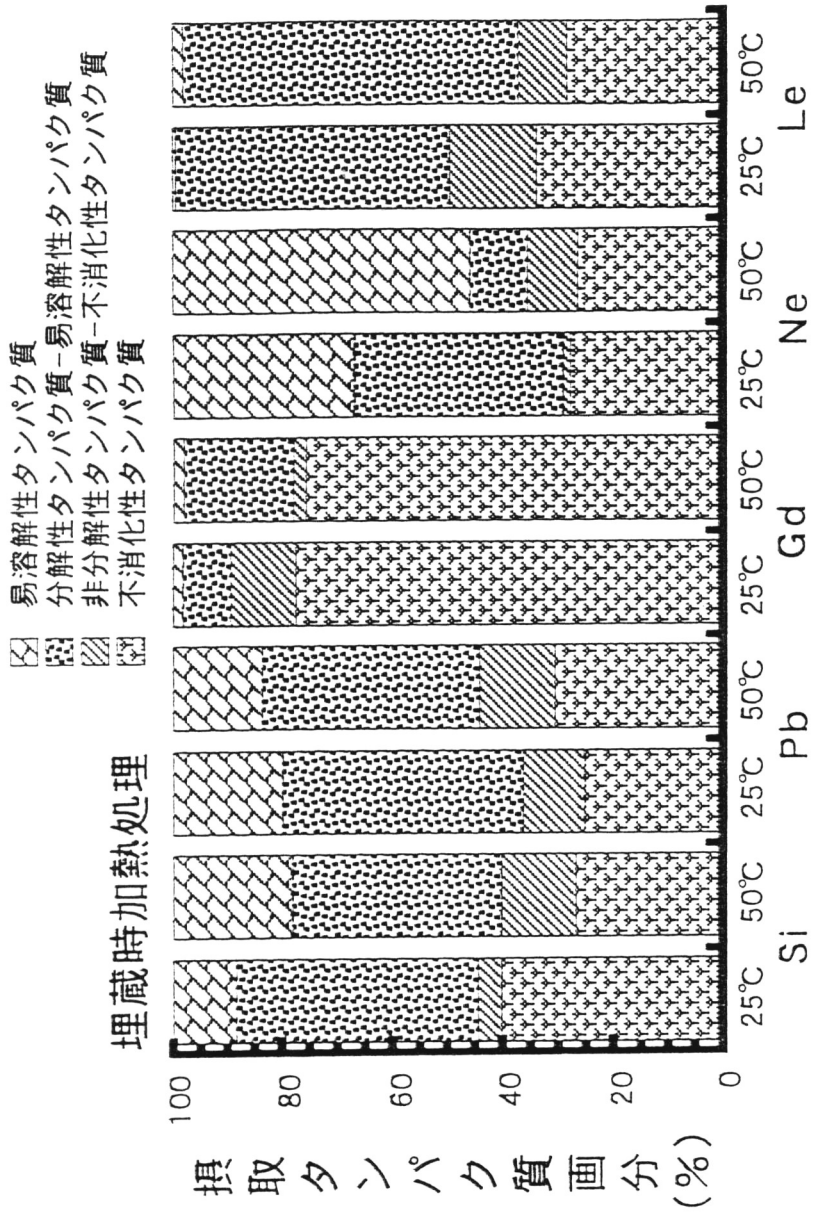


図6. サイレージ中の摂取飼料タンパク質の分画

好気的変敗を起こしたサイレージの乾物消化率は低下することがこれまでの報告^{2), 3), 4)}でなされている。開封時加熱処理ではGc, Gd, Neでは乾物消化率が低下しているが, Si, Rgにおいては乾物消化率の低下は認められなかった。また埋蔵時加熱処理においても乾物消化率の低下は認められなかった。これには、低い加熱温度あるいは加熱時間が短かったことが関係しているであろう考えられる。この事は、さらに高い加熱温度、加熱時間の長さ、含水量等が変敗の程度に影響を及ぼす要因であることが考えられるため、さらに検討する必要があると思われる。

サイレージの可溶性炭水化物(TNC)について、好气的条件下で発酵したサイレージは、可溶性炭水化物の減少を通例とするという報告³⁾がなされている。開封時加熱処理ではこれと同様の傾向がマメ科牧草のSi, Gc, Gdで認められたが、イネ科牧草と埋蔵時加熱処理においては認められなかった。また、埋蔵時加熱処理の50℃処理では発酵に利用された可溶性炭水化物量が減少したことを示し、利用された可溶性炭水化物と乳酸含量間には高い正の相関関係が認められた。これについては、埋蔵時の温度は比較的低温の方が、高温よりも良い発酵が行われるという報告¹¹⁾から、50℃処理では良い発酵が起こらなかつたものと考えられる。しかし、好ましい発酵を起こすためには、ある程度温度が高くなる方が望ましいという報告¹¹⁾もあるので、さらに高い加熱処理についてさらに検討を加えて、草種ごとに追及を行いたい。

摂取タンパク質の利用性については、加熱処理による一定の傾向はみられないが、草種間の違いによる影響の方が大きかった。

開封時加熱処理における易溶解性タンパク質の割合は、イネ科牧草では高くなる傾向を示し、マメ科牧草では低くなる傾向を示した。草種間の比較としてグリーンリーフデスマディウム(Gd)では下部消化管で利用されるタンパク質及び不消化タンパク質の割合が高い傾向が示された。近年、反芻家畜の飼料給

与におけるバイパスタンパク質（下部消化管で利用されるタンパク質）の重要性が認められている⁵⁾が、グリーンリーフデスマディウムはこのバイパスタンパク質の割合が高いため、乳牛において効果的な牧草ということが考えられる。

本試験では、加熱処理におけるサイレージの発酵品質及び摂取タンパク質の利用性に及ぼす影響を中心に検討した。摂取タンパク質の利用性については、今までに報告例をみないため、詳細なことについては更なる検討及び研究が必要であると考えられる。また、サイレージの水分含量が好氣的条件下の品質安定性に大きく関与していることが報告^{3)・5)}されている。従って、本試験のサイレージへの一時的な加熱処理の影響は、さらに高い温度あるいは含水量に左右されるものと考えられるため、この事について、さらに草種ごとについての検討を行い、追究する必要があると考えられる。

要約

本試験では、開封時及び埋蔵時の一時的な加熱（加温）処理が、サイレージの発酵品質に及ぼす影響の検討並びに摂取タンパク質の利用性に及ぼす影響の検討を行った。供試した草種は、暖地型マメ科牧草5草種とイネ科牧草2草種で、各草種サイレージ調製を行い試験に供試した。得られた結果は次の通りである。

1.加熱処理がサイレージの発酵品質に及ぼす影響

- 1) pHの上昇傾向が認められる。
- 2) 乳酸含量の低下傾向が認められる
- 3) 有機酸生成量の低下傾向が認められる。
- 4) 一部の草種についてのみ乾物消化率の低下傾向が認められる。

2.加熱処理が摂取タンパク質の利用性に及ぼす影響

- 1) 開封時及び埋蔵時の加熱処理の違いにおける摂取タンパク質の分画には一定の傾向が認められなかった。
- 2) 第一胃内における窒素成分溶出率の増加傾向が認められる。
3. 易溶解性タンパク質の割合が、イネ科牧草で高くなる傾向を示し、マメ科牧草で低くなる傾向を示した。
4. イネ科牧草と比較してマメ科牧草の下部消化管で利用されるタンパク質の割合が高くなる傾向を示した。
5. 草種間の比較としてグリーンリーフデスマディオウムの下部消化管で利用されるタンパク質及び不消化タンパク質の割合が高くなる傾向を示した。

引用文献

- 1) Fujita, H., S. Matsuoka, J. Takahashi, A. Fukazawa and K. Takase, *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 51 : 511-518. 1980.
- 2) 松岡 栄・尾上富見男・加藤勝幸・藤田 裕, *日畜会報*, 53 : 786-791. 1982.
- 3) 藤田 裕, *日畜会報*, 55 : 903-910. 1984.
- 4) 古川良子・篠田 満・岩崎 薫・阿部 亮, *日草誌*, 30 : 291-296. 1984.
- 5) Nocek, J. E., *J. Dairy Sci.*, 71:2051-2069.
- 6) Krishnamoorthy, U., T. V. Muscato, C. J. Sniffen, and P. J. van Soest, *J. Dairy. Sci.*, 65 : 217-225. 1982.
- 7) 森本 宏 (監修), *動物栄養試験法*. 450-452. 養賢堂. 東京. 1971.
- 8) Mehrez, A. Z., E. R. Orskov, *J. agric. Sci., Camb*, 88 : 645-650. 1977.
- 9) 藤田 裕・松岡 栄・高橋潤一・結城隆則・釜野誠也, *日畜会報*, 59 :

510-516. 1988.

10) 中西直人・山下良弘・岡田 清, 中国農試報, B28 : 51-59. 1985.

11) 大山嘉信, 日畜会報, 42 : 301-317. 1971.