

サイレージの調製法に関する研究

(第11報) イネワラサイレージ調製の際の糖ミツ
尿素液体飼料および糖ミツ添加の効果

須藤 浩・内田 仙二

Studies on Silage-Making XI.

The Effects of Adding Morea Liquid Feed or Molasses to Rice Straw to make Silage

Hiroshi SUTOH and Senji UCHIDA

To find out the effects of adding morea liquid feed or molasses to straw on the making of rice straw silage, the straw, moisture of which was made to 72 percent by adding water, was ensiled in the three small experimental silos made of iron (π 56cm \times 88cm) by the conventional method. Namely the three lots of the control without any additive, of the morea with 5% of morea liquid feed and of the molasses with 5% of molasses were set up as shown in the Table 4.

Of each sample of the silages, quality and feeding value were estimated by determining its organic acids, total nitrogen, ammoniacal nitrogen and pH values as well as digestibility by feeding sheep.

The results obtained were summarized as follows:

1) The pH values of morea-, control- and molasses-silage were 5.18, 4.94, and 3.90 respectively.

A considerable amount of top spoilage was found in every lot.

2) Value by the FLIEG's appraisal method was 25 marks in the morea-silage, 12 marks in the control-silage and 82 marks in the molasses-silage. Values by the pH-sense method, accorded considerably with those by the FLIEG's method.

3) The rate of ammoniacal N of total N in the molasses-lot was 4.6 percent, while those in the morea-lot and in the control-lot were 37.5 and 41.8 percent respectively.

These facts indicate that molasses keeps off the undesirable action of proteolysis.

4) The results of digestion trials of the silages with sheep are shown in the Table 10. Basal diet in these experiments was Italian ryegrass hay.

The digestibilities of organic matter, crude protein and crude fiber, and the TDN in percent of the silages of dry matter were 15.9, 0 and 40.7, and 12.6% in the control-silage; 52.3, 60.3 and 72.9, and 44.1% in the morea-silage; 30.7, 4.0 and 48.9, and 28.5% in the molasses-silage.

These data suggest that the application of molasses (5%) is effective for the making of good quality silage of rice straw and also the application of morea liquid feed (5%) may be effective for the increase of feeding value of rice straw silage.

結 言

イネワラはわが国農業のもっとも重要な副産物であり、その利用は重要な課題の一つである。畜産部門における利用法として、従来から敷料・飼料などにつかわれている。

イネワラは、低タンパク質・高繊維で、消化率が低いため、栄養素を供給するというよりも、むしろ飼料の容積を増し、家畜の消化器官を正常に保つために利用しているかの観があった。

イネワラの飼料価値を増進しようとして試みられた加工処理法は、煮沸・酸・アルカリなどの処理¹⁾²⁾³⁾があるが、現在までのところ石灰ワラ¹⁾²⁾³⁾を除いて実用化にまで至った方法はないようである。

最近生草やこれから調製された乾草やサイレージの不足することから、イネワラのサイレージ化が、一般酪農家でも行なわれている。

これらのことに鑑み、著者らはイネワラを有効に利用する角度から、サイレージ調製の実験を実施してきた⁴⁾⁵⁾。この中には生ワラの利用もふくんでいる⁵⁾。

現在までの結果では、イネワラ単一の埋蔵では、良質サイレージを得にくいことが認められた。この理由については、種々の原因が考えられるが、イネワラ中には、発酵に必要な乳酸のもとになる可溶性炭水化物、ことに還元糖の含量が低いこと、ワラの形態が円筒状をなして空気の排除が困難であることなどが、有力な因子をなすものと考えられる。

いっぽう、サイレージの糖質素材であり、添加物として広く利用されている糖ミツの添加は、草類などを材料にした場合に広くその効果が認められている⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

糖ミツ尿素液体飼料（以下 Morea とよぶ）は、糖ミツと尿素有のほか、アルコール・ミネラルなどを添加した液体飼料で¹⁰⁾、著者らはすでにイタリアンライグラスを用いて実験を行なった結果、サイレージの成分・品質・飼料価値向上に役立つことを認めた¹¹⁾。

著者らはまた青刈トウモロコシに、5%の Morea を添加してサイレージを調製して、無添加対照区と比較する試験を実施した。その結果、両区サイレージとも優れた品質であったが、添加区サイレージの方が、乳酸の生成量が高くなり、より安全にサイレージが調製されることを認めた。また両区サイレージの消化試験の結果から、Morea の窒素成分が、家畜に有効に利用されることを認めた。さらに石灰ワラ・乾草の消化に対する Morea 添加の影響についても実験を行なった¹²⁾¹³⁾。

本報では、乾燥イネワラを材料にして、Morea、糖ミツを添加してサイレージを調製し、でき上りサイレージの成分・品質を調査するとともに、飼料価値を検討したので、その結果を報告する。

実験材料および方法

1. 材料および添加物

埋蔵した材料は、1966年岡山県児島郡灘崎町で生産された水稻の乾燥ワラである。すなわち、束の下部約10cmを切り捨てたのち、押切で約3cmに細切して供用した。材料の一般成分はTable 1 のようである。

Table 1. Chemical Composition of Rice Straw

Moisture	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
16.3 %	4.2 %	1.1 %	45.5 %	25.0 %	7.9 %

つぎに添加物として用いたモレアおよび糖ミツの一般成分はTable 2 のようである。

Table 2. Chemical Composition of Morea Liquid Feed and Molasses

	Moisture	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
Morea liquid feed	47.5 %	24.6 %	0.8 %	21.7 %	— %	5.3 %
Molasses	48.1	3.2	0.9	37.6	—	10.2

モレアは7~8%の尿素を含有しているので、全窒素に6.25を乗じてタンパク質含量とするのは妥当とはいえないが、本表では仮に全窒素×6.25を粗タンパク質含量として示した。
なおモレアの成分については岩田博士らの詳細な分析結果があるので、Table 3に示した。

Table 3. Chemical Composition of Morea Liquid Feed¹⁰⁾

Moisture	Alcohol	Total sugar	Reducing sugar	Urea	Minerals	Total N	Crude protein	Crude protein except urea	Methionine	Phosphoric acid	Non volatile acid	Volatile fatty acid
37.18 %	3.41 %	44.87 %	21.30 %	7.68 %	6.31 %	5.21 %	32.56 %	10.19 %	0.02 %	0.84 %	4.23 %	0.42 %

著者らの実験においてつかったモレアは、Table 3に示すものに比較して水分含量は約10%高かった。

2. サイレージの埋蔵法

サイレージ埋蔵にあたっては、ワラに水を添加して水分を72%程度に調節した。水分量は須藤の式によって計算した¹⁴⁾。モレアおよび糖ミツは水分調節用の水に溶解させて添加した。埋蔵の要領はTable 4のようである。

Table 4. Outline of Ensiling

Lot	Silo		Ensiled amount				Depth ensiled	Density	Pressure	Date
	Diameter	Depth	Rice Straw	Water added	Additives	Rate of Additive				
Control	56 cm	88 cm	30 kg	60 kg	0 kg	0 %	73.0 cm	0.501 kg/l	406 kg/m ²	April 23, '67
Morea	56	88	30	60	4.5	5.0	73.0	0.527	406	April 23, '67
Molasses	56	88	30	60	4.5	5.0	73.0	0.527	406	April 23, '67

すなわち、対照区は乾燥イネワラ30kgに、水60kg（ワラ5kgに水10kgをジョロでふりかけながら埋蔵）を添加して実験サイロに埋蔵した。モレア添加区は、材料30kgに水60kgとモレア4.5kg（ワラ5kgあたりモレア750gを溶解した水10kgをジョロでふりかけながら埋蔵）を添加して埋蔵した。糖ミツ添加区は材料30kgに水60kgと糖ミツ4.5kg（モレアの場合と同じ方法）を添加して埋蔵した。

以上のようにするとき、添加物を考慮しない場合水分含量は各区とも約72%となるはずである。埋蔵密度は対照区0.501kg/l、モレア区0.527kg/l、糖ミツ区0.527kg/lであり、おもしは各区406kg/m²とした。

3. 定量法と消化試験

pH 値の測定：ガラス電極 pH メーターおよび pH 試験紙によった。

有機酸の定量：FLIEG 法¹⁵⁾により実施した。

アンモニア態窒素：MgO 添加減圧蒸溜法¹⁶⁾で定量した。

一般成分：常法によった¹⁷⁾。

消化試験：メン羊を用い、イタリアンライグラス乾草を基礎飼料として、全糞採集法¹⁷⁾で実施した。

実験結果および考察

1. サイレージの粗収量

埋蔵されたサイレージは、埋蔵後 217 日目より開封し粗収量・廃棄量などを調査した。その結果は Table 5 のようである。

Table 5. Crude Yield of Rice Straw Silage

Treatment	Weight		Volume		Density of silage in silo kg/l	Spoilage		Duration of Storage days
	kg	%	ℓ	%		kg	%	
Control	84.84	94.3	143.0	79.5	0.574	28.76	32	274.
Morea	89.84	95.1	161.5	65.5	0.557	20.53	22	217
Molasses	89.50	94.7	162.7	67.0	0.543	25.50	27	239

Table 5 において、重量収量は対照区が 94.3% でもっとも小であり、モレア添加区の 95.1% がもっとも高かったが、余り差があるものとはいえない。廃棄量は無添加区が 32% でもっとも高くモレア添加区は 21.7% でもっとも低かった。サイロ内にでき上がった状態における密度は、無添加区 0.574 kg/ℓ、モレア添加区 0.557 kg/ℓ、糖ミツ添加区 0.543 kg/ℓ の順で、品質の高いものほど低いことは、さきに須藤が指摘したことに対比して興味ある点である。

2. イネワラサイレージの有機酸組成と品質

開封した各区サイレージは、上・中・下層の 3 層に分けて成分を分析し、品質を調べた。その結果は Table 6 のようである。

Table 6. Chemical Composition and Quality of Rice Straw Silages

Treatment	pH	Moisture %	Organic acids (%)				Nitrogen (%)			Evaluation
			Lactic	Acetic	Butyric	Total	Total ①	Ammoniac ②	②/① ×100	
Control	4.92 ±0.06	74.0	0.32 ±0.03	0.29 ±0.19	1.34 ±0.27	1.95 ±0.13	0.125 ±0.015	0.051 ±0.001	41.8 ±4.6	12±3
Morea	5.18 +0.12	70.8	0.94 ±0.22	0.21 ±0.07	1.80 ±0.19	2.96 ±0.25	0.450 ±0.042	0.166 ±0.020	37.5 ±8.4	25±5
Molasses	3.90 ±0.03	70.0	3.13 ±0.09	0.43 ±0.01	0.20 ±0.02	3.76 ±0.09	0.281 ±0.023	0.013 ±0.003	4.6 ±1.3	82±3

pH 値は対照 4.92、モレア区 5.18、糖ミツ区 3.90 であり、モレア区がもっとも高かった。この原因はモレアがかなりの量の尿素を含有しているの、これから生成されるアンモニアなどの影響が考えられる。

乳酸含量は対照区 0.32%, モレア区 0.94%, 糖ミツ区 3.13% であり, 添加区の乳酸含量が高かった。ことに糖ミツ区の乳酸が高く, 著しい添加効果を示した。モレア区は pH 値がもっとも高かったにもかかわらず, 対照区に比べて乳酸含量がより高かった。

イタリアンライグラスサイレーズ調製の場合は, モレアの糖ミツは, 尿素の分解によって起る欠陥を mask する役目を果し, 総合的にサイレーズの添加物として適当なものにしていることが認められたが¹¹⁾, 乾燥イネワラを材料にする場合は, その効果がやや劣るものと推定し得る。

いっぽう酪酸含量についてみると, 無添加区 1.34%, モレア区 1.80%, 糖ミツ区 0.20% で, モレア区がもっとも高く, 糖ミツ区はきわめて低い含量であった。

FLIEG 法により, サイレーズの品質を評価した結果, 対照区 12 点 (5 級品), モレア区 25 点 (4 級品), 糖ミツ区 82 点 (1 級品) であり, これらの添加物の添加は, イネワラサイレーズの品質を改善する効果のあることが認められた。

つぎに窒素組成は, Morea は前記のように尿素をふくんでいるので, サイレーズ中の全窒素は, Morea 区がもっとも高く, 対照区が低い結果を示した。アンモニア態窒素含量も Morea 区がもっとも高く, つづいて無添加区であった。全窒素に対するアンモニア態窒素比率は無添加区がもっとも高く 41.8%, Morea 区は 37.5%, 糖ミツ区 4.6% で, 窒素化合物の分解においても糖ミツ区が低く, 添加効果が顕著なことを示した。モレア中の尿素はイネワラ中ではかなりアンモニアに変化することが知られるが, その比率は対照区よりやや低い値にとどまった。

以上の結果から, Morea, 糖ミツの添加は, イネワラサイレーズの場合にも, その品質改善に有効であり, ことに糖ミツの添加は有効であることが明らかとなった。

なお須藤の一般サイレーズに適用するための品質鑑定法 (pH 官能法)¹⁸⁾ を, 仮にイネワラサイレーズに適用して鑑定した結果は, Table 7 のようである。

Table 7. Evaluation of Rice Straw Silages by Means of the pH-Sense

Treatment	pH	Marks for pH	Marks for odour	Marks for tactile	Total marks
Control	4.8	0	7	17	24
Morea liquid feed	5.2	0	9	18	27
Molasses	3.9	60	16	18	94

この結果は必ずしも Table 6 の結果とは一致しないが, 実用的の範囲内においては, よく一致するものといえる。すなわち, 糖ミツ区がもっとも優れ, つづいて Morea 区, 無添加区がもっとも劣っていた。

3. イネワラサイレーズの消化率と飼料価値

1965 年生れのメン羊 (体重 40 kg) を使って全糞採集法により消化試験を行ない, 消化率の査定を実施した。基礎飼料として出穂期に刈りとって調製したイタリアンライグラス乾草を用いた。

常法により予備試験を 8 日間行ない, 本試験期間を 7 日間とした¹⁷⁾。乾草を 1 日 300 g, サイレーズを 1 日 1 kg 給与した。

本試験期間中における体重の増減は, 無添加対照サイレーズ期では 1.43 kg の減少となり,

モレアサイレーズ期では 0.26 kg の増加, 糖ミツサイレーズ期では 0.18 kg の減少であった。

基礎飼料に使用したイタリアンライグラス乾草の消化率および養分を示すと Table 8 のようである。

Table 8. Digestibility of Italian Ryegrass Hay fed as the Basal Ration

	Moisture	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
Composition	10.8%	89.2%	82.5%	6.1%	1.5%	41.0%	38.9%	6.7%
Digestibility		57.1	58.4	39.7	44.2	55.8	58.8	
Digestible Nutrient		50.9	48.2	2.4	0.7	22.9	19.9	

DCP 2.4 (2.7)% ; TDN 46.7 (52.3)%

各区サイレーズのメン羊 (1頭) による消化試験の結果は Table 9 のようである。

Table 9. Digestibility and Digestible Nutrient of Rice Straw Silages

Treatment		Moisture	Organic matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash	TDN
Control	Composition	74.0%	20.5%	1.2%	0.3%	10.6%	8.5%	5.4%	
	Digestibility		15.9	0	10.2	9.6	40.7		4.6
	Digestible nutrient		3.3	0	0.03	1.0	3.5		(17.6)
Morea liquid feed	Composition	70.8	23.0	2.5	0.4	11.0	8.9	6.2	
	Digestibility		52.3	60.3	51.2	39.3	73.2		12.9
	Digestible nutrient		12.0	1.5	0.2	4.3	6.5		(44.1)
Molasses	Composition	70.0	24.0	1.5	0.7	13.0	8.8	6.0	
	Digestibility		30.7	4.0	54.6	25.3	48.9		8.6
	Digestible nutrient		7.4	0.1	0.4	3.3	4.3		(28.5)

() Percentage of dry matter basis

この結果は、乾草とイネワラサイレーズの混合給与によって、乾草の消化率は変わらないものと仮定して計算したものであるが、従来の乾燥イネワラの消化率に比較して¹⁹⁾²⁰⁾、対照イネワラサイレーズはきわめて劣る結果となった。その原因については、サイレーズの品質がきわめて劣質であったことも一因と思われるが、さらに追究を要する。

添加物を含めての有機物の消化率は、対照区 15.9%、Morea 区 52.3%、糖ミツ区 30.7% であり、Morea 区がもっとも優れていた。

粗タンパク質の消化率は、対照サイレーズでは全く消化せず、Morea サイレーズでは、モレアを含めた消化率が 60.3% となった。Morea 中には尿素を含むが、タンパク質源として相当吸収されることが知られる。

粗繊維の消化率は、対照区 40.7%、Morea 区 73.2%、糖ミツ区 48.9% で、Morea の添加によって、粗繊維の消化率の改善がみられる。この場合 Morea の添加によって、動物の Rumen 内微生物叢が改善され、繊維の消化がよくなったのではないかとの推定がなされる。

なおこの点について、著者らがすでに行なった Morea の消化率を考慮に入れ¹³⁾、Morea 分を控除して、イネワラのみ消化率を試算すると、Table 10 のようである。

Table 10. Digestibility of Rice Straw Silage added with Morea Liquid Feed

Organic matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber
49.4 %	49.4 %	49.8 %	34.2 %	73.7 %

These values express digestibilities other than the portion of morea liquid feed in the rice straw silage.

この消化率は、従来のイネワラの消化率に比較して¹⁹⁾²⁰⁾、高い値ではないが、対照サイレージの消化率に比較するときわめて高い値になっている。

しかし、著者らが石灰ワラに Morea を添加して、メン羊およびヤギに給与し、消化率を査定したときは、粗繊維の消化率がほとんど変化がなかったことから考えて¹³⁾、乾燥イネワラへの水添加によってサイレージにした場合、常にこのような結果があらわれるかどうかについては、イネワラの種々の材料について検討が必要であるものと考えられる。また基礎飼料との混合給与の影響についても、更めて考察が必要なものと考えられる。

TDN の算出の結果は、乾物中対照サイレージ 17.6%、Morea サイレージ 44.1%、糖ミツサイレージ 28.5% になり、Morea イネワラサイレージを除いては、低い値となった。

LAL らは、1:4~5 の割合でイネワラに Berseem (*Trifolium alexandrinum*) をまぜて埋蔵すると、飼料価値が改善される²¹⁾、と述べているが、わが国でグラスサイレージ調製の際水分調節のためにイネワラをつかう場合と相似ている。

普通の方法で乾燥イネワラに水添加することによりサイレージ化しても、飼料価値は増進しないばかりでなく、むしろ多少低下する可能性も考えられる。したがって一般に飼料価値の面からは、乾燥イネワラのサイレージ化は余り意味がないものと思われる。種々の飼料を添加して発酵させ香味をよくし、食下量を多くする目的の場合は、問題は別である。

これを要するに、Morea、糖ミツをイネワラサイレージの調製時に添加すれば、無添加イネワラサイレージの飼料価値に比較すれば、改善が認められる。ことに Morea 添加 (5%) は飼料価値増進に役立つことが認められた。

このことは意義あることであるので、実用的に考えられる生ワラサイレージの場合については更めて報告したい。

摘 要

糖ミツ尿素液体飼料 (Morea と記す) および糖ミツのイネワラサイレージへの添加効果を知るために、乾燥イネワラの水分を約 72% に調節し、5% 量の Morea または糖ミツを添加して常法により、サイレージを調製した。でき上りサイレージの成分・品質ならびに消化率を調査して、これらの添加効果を検討した。実験結果の要約はつぎのようである。

1) 各区サイレージの pH 値は、Morea 区 5.18、無添加区 4.92、糖ミツ区 3.90 で、糖ミツ区がもっとも低かった。

2) サイレージの乳酸含量は、糖ミツ区 3.13%、Morea 区 0.94%、対照区 0.32% であり、酪酸はいずれの区にもみられた。品質は糖ミツ区 82 点、Morea 区 25 点、対照区 12 点となり、糖ミツ添加の効果が認められた。

3) 全窒素に対するアンモニア態窒素の比率は、糖ミツ区 (4.6%) はきわめて低く、対照区 (41.8%)、Morea 区 (37.5%) はきわめて高かった。

4) メン羊の消化率は, Morea サイレージを除いては一般より低い値となった。Morea の添加による消化率の改善が認められた。

5) イネワラサイレーズ乾物中の TDN 含量は, Morea イネワラサイレーズ 44.1%, 糖ミツイネワラサイレーズ 28.5%, 対照サイレーズ 17.6% であった。

6) イネワラサイレーズの品質を改善するため, 5% 程度の糖ミツの添加ならびに飼料価値を高めるため, 5% 程度の Morea 添加の意義あることが認められた。

終りに, 本研究を施行するにあたり, 糖ミツ尿素液体飼料を提供された糖ミツ飼料研究会の各位に感謝の意をあらわす。

文 献

- 1) 岩田久敬: 九大農紀要, 1, 217 (1926)
- 2) 岩田久敬: 農化, 2, 660 (1926)
- 3) 岩田久敬: 日畜会報, 4, 189 (1930)
- 4) 須藤 浩・内田仙二・宮田辰雄: 岡山県農業学会誌, 6, 94~96 (1967)
- 5) 須藤 浩・内田仙二・藤原誠一・沖 進: 糖蜜飼料研究会報告, 2, 65~73 (1969)
- 6) BROWN, W. O. and U. SMYTH: *J. Agric. Sci.*, 50(3), 307~11 (1958)
- 7) 井上司朗・大山嘉信: 畜試報告, 8, 67~70 (1964)
- 8) MAKSIMOVIĆ, D. and BAJČETIĆ: *Veterinaria, Sarajevo*, 8, 25~35 (1959)
- 9) ZÉLTER, S. Z.: *Proc. 8. Internat. Grassl. Congr. Reading*, 505 (1960)
- 10) 岩田久敬: 畜産の研究, 16 (1), 26~28 (1962)
- 11) 須藤 浩・内田仙二・坂本広司: 岡大農学報, 30, 37~50 (1967)
- 12) 須藤 浩・内田仙二・大本 勲: 日畜会報, 33 (別号), 14 (1962)
- 13) 須藤 浩他: モレア飼料研究会報, 3, 20~27 (1963)
- 14) 須藤 浩: サイレージの調製と利用法(第1版), 18 (1960), 養賢堂・東京
- 15) FLIEG, O.: *Biedermanns Ztb. B. Tierern.* 9 (2), 178~183 (1938)
- 16) 東大農芸化学教室: 実験農芸化学(上) (第4版), 108 (1955), 朝倉書店・東京
- 17) 須藤 浩: 飼料学講義(初版), 71~78, 100~101 (1964), 養賢堂・東京
- 18) 須藤 浩: サイレージの調製と利用法(第4版), 154 (1966), 養賢堂・東京
- 19) 片山外美雄・後藤寛助: 農試報告, 50 (1929) [岩田久敬: 飼料学, 261 (1942) 引用]
- 20) SCHNEIDER, B. H.: *Feeds of the World. Their Digestibility and Composition*, 190~191, 262~263 (1947), Agricultural Experiment Station, West Virginia University, Morgantown.
- 21) LAL, G. M. and MUDGAL, V. D.: *Indian J. Dairy Sci.* 20 (2), 103~7 (1967)