

レンゲの飼料価値に関する研究

(第1報) レンゲの化学成分並びにそのエンシレージ
調製と品質について

須藤 浩・西松 一郎

Studies on the Feeding Value of Chinese Milk-Vetch.

I. On the Chemical Composition of Chinese Milk-Vetch and the Quality of Chinese Milk-Vetch Silage.

Hiroshi SUTOH and Ichirô NISHIMATSU

The chinese milk-vetch, *Astragalus sinicus L.*, is cultivated in paddy-fields as the winter crop from late September (or early October) to late May. This crop develops very vigorously under suitable conditions. The crop heretofore has mostly been cultivated for the purpose of utilizing it as the green manure, but its full utilization as the fodder is very important since the crop is rich in nutrients.

The authors are at present investigating the feeding value of this plant from the nutritional viewpoint; in this paper, however, the results obtained on the variations of the chemical composition and of the yield of nutrients in various growing stage and on the silage-making from the chinese milk-vetch, will be reported.

The following are some of the results obtained :

(1) The chinese milk-vetch cultivated in paddy-fields as the winter crop was reaped eight times at intervals of approximately a week from April 16 (before the bloom stage) to June 3 (the early stage of the seed maturity). These eight samples of chinese milk-vetch reaped at different times were analyzed.

It was inferred that the yields of solid substance and of crude protein per 10 a. were about the maximum in the stage of full bloom.

(2) The crude protein content of chinese milk-vetch in the stage of full bloom was 40.5 % in leaves, 12.4 % in stems and 28.6 % in flowers. The distribution of crude protein was as follows : 47.3 % in the portion of leaves, 44.7 % in the portion of stems and 8.0 % in the portion of flowers. The artificial digestibility of crude protein of leaves, of stems and of flowers was respectively 64.4, 64.8 and 71.3 per cent. The crude protein content of pods in the early stage of the seed maturity was 29 per cent on the dry matter basis and nearly equal to that of flowers.

(3) Chinese milk-vetch was ensiled according to the following scheme :

Lot	Date of cutting	Stage of growth	Silo	Treatment
a) Semiairtight	May 3	Just before full bloom	Experimental small silo	No wilting, chopped, no weight and kept in semiairtight condition by sealing up with vinyl wrapper.
b) Wilted	May 3	Just before full bloom	Experimental small silo	Chopped, wilted slightly, ensiled in the usual manner.
c) Cut on June 3	June 3	The early stage of the seed maturity	Experimental small silo	No wilting, chopped, ensiled on the usual manner.
d) No chopping	May 20	Ten days after full bloom	Conventional silo	Wilted slightly, no chopping.

The quality of resulted silages was excellent or good in the wilted- and semiairtight-lot. The silage of the wilted-lot was found to have the following properties: pH 3.99, lactic acid content 2.58, acetic acid content 0.66 and butyric acid content 0 per cent.

(4) The results of digestion experiment on rabbits are shown in the Tables 13 and 14.

The digestibility of organic matter of silage in semiairtight-lot, wilted-lot, cut on June 3-lot, and in no chopping-lot was respectively 64.2, 58.2, 26.8 and 38.9 per cent.

(5) The ratio of water soluble nitrogen to the total nitrogen was higher in good silage than in poor silage.

(6) In good silage the results of calculation of the digestibility of silage protein by WATSON's formula practically agreed with the results of digestion experiments on rabbits.

(7) The ratio of amino nitrogen to the total nitrogen in the silage of low pH values was higher than that in the silage of high pH values.

結 言

レンゲ *Astragalus sinicus* L. は現在わが国では、緑肥または飼料作物として栽培されているものゝうち、栽培面積がもつとも広いもので、水田の裏作として大部分が栽培されている。これを完全に飼料化することは大切なことである。

このことから、従来飼料的利用の研究がかなり多くなされたが、著者らは主として生育各期における収量・養分含量・生育期別によるエンシレージの調製と品質・エンシレージの品質と水溶性窒素、人工消化率との関係などについて実験を行つたので、その結果を報告する。

I. レンゲの各生育期における成分

A. 生育期別の収量

生育期別に 乾物並びに一般養分が、どのように変化するかを知る目的で、1957年水田播種の裏作レンゲの均一に生育している圃場を試験地に選び、4月16日より1週間毎に8回刈りとり、6月3日に至り、その収量並びに草丈・水分・粗蛋白質の含量を測定した。その結果は Table 1のとおりである。

Table 1. Yield and Crude Protein Content on Different growing Stages of Chinese Milk-Vetch

Item	Stage	Before bloom (Apr. 16)	Just before bloom (Apr. 24)	Half bloom (Apr. 30)	Ninety per cent bloom (May 7)	2 to 3 days after full bloom (May 14)	10 to 11 days after full bloom (May 22)	Terminated stage of bloom (May 28)	The early stage of the seed maturity (June 3)
Yield in 3.3 m ² (Tsubo)		6,000 ^g	9,240	13,888	19,325	20,211	12,534	11,819	10,944
Weeds in 3.3 m ²		394 ^g	980	686	643	878	1,674	507	390
The ratio of weeds to the total		6.2%	9.6	4.7	3.2	4.1	9.3	4.1	3.4
Yield per 10 ares		1,800 ^{kg}	2,772	4,166	5,798	6,085	3,761	3,546	3,283
Ratio of yield		100	154	231	322	338	209	197	182

Moisture	86.8%	90.0	89.2	90.3	90.0	88.0	85.1	82.3
Yield of solid substance per 10 a.	238 ^{kg}	277	450	562	608	451	528	581
Ratio	100	117	189	236	256	190	220	245
Crude protein	2.65%	2.65	2.22	1.85	1.96	2.35	2.35	3.39
Yield per 10 a.	47.7 ^{kg}	73.5	92.5	107.3	119.3	88.4	83.3	111.3
Ratio	100	154	194	225	250	185	175	233

ここに得られた結果は、1区(坪刈)制で、水分・粗蛋白質の定量の際、試料のとり方に多少不備の点があつたので、誤差は免れないが、大体の傾向は、単位面積よりの固形物・粗蛋白質の収量は、開花前より漸次増加し、満開期前後に、最高になるものと推察される。

B. 満開期におけるレンゲ各部位の化学成分の比較

次に満開期におけるレンゲ20本の個体からとつた葉・茎・花の比率並びに成分の分布状態を示すと Table 2, 3 のとおりである。

Table 2. The Ratio of Leaves, Stems and Flowers in the Stage of Full Bloom of Chinese Milk-Vetch (May 10)

	Leaves	Stems	Flowers	Total
Weight (g)	27.0	163.4	8.9	199.3
Rate (%)	13.5	82.0	4.5	100.0

この時期のレンゲの葉は14%、茎は82%の大部分を占めて花は4%位である。

Table 3. Chemical Composition of Chinese Milk-Vetch

	Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein
Leaves	84.8	6.2	1.4	5.5	1.0	1.1	—
		40.5	8.9	37.1	6.2	7.3	—
Stems	92.2	1.0	0.2	4.2	1.9	0.5	—
		12.4	3.1	54.3	24.0	6.2	—
Flowers	89.1	3.1	0.3	5.1	1.7	0.7	—
		28.6	2.8	46.8	15.7	6.1	—
The whole	90.7	2.0	0.3	4.3	2.0	0.7	1.5
		21.1	3.4	40.6	21.1	7.8	16.0

またレンゲ各部における粗蛋白質の分布を示すと Table 4 のとおりである。

Table 4. Distribution of Crude Protein of Chinese Milk-Vetch in the stage of Full Bloom (In 1 kg)

	Leaves	Stems	Flowers	Total
Crude protein (g)	83.30	78.72	14.09	176.11
Rate (%)	47.3	44.7	8.0	100

これによつて、葉部は粗蛋白質含量がもつとも高く、粗繊維の含量が低いことが知られる。粗蛋白質の分布は、葉部が茎部より重量的には、はるかに少ないにも拘わらず、その粗蛋白質含量が高いので、全含量は多くなり、47%に及んでいる。

葉が蛋白質その他の養分供給源として、重要なことは、レンゲにおいても、他の作物の場合と

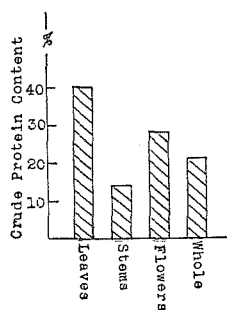


Fig. 1 Crude protein content of chinese milk-vetch (on the dry matter basis).

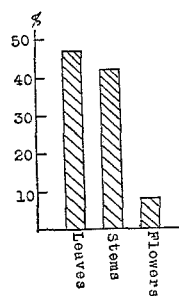


Fig. 2 Distribution of crude protein of chinese milk-vetch.

同様である。乾草調製の際、葉部の機械的損失を少なくすることの重要性が知られる。

次に WEDEMYER 氏法⁽¹⁾ によつて葉・茎・花の粗蛋白質の人工消化率を査定した結果は Table 5 のとおりである。

Table 5. Digestion Coefficients of Crude Protein by means of WEDEMYER Method

	Moisture	Crude protein	Digestibility	Digestible crude protein
Leaves	4.7%	38.6%	64.4%	24.8%
Stems	5.4	11.7	64.8	7.6
Flowers	5.3	27.1	71.3	19.3

この結果によると、葉・茎の粗蛋白質の消化率上には大差がないが、花の粗蛋白質の消化率はやや前二者のそれにまさることが知られる。

1959年種実形成初期のレンゲ試料の各部につき、その重量および粗蛋白質の分布を調査した結果は Table 6 のとおりである。

Table 6. Distribution of Crude Protein of Chinese Milk-Vetch in the early Stage of the Seed Maturity

	Weight		Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude protein (Dry matter basis) (%)	Crude protein		
	(g)	Rate (%)				Quantity	Distribution (%)	
Blades	383.3	20	69	84.6	5.59	36.2	21.43	39
Petiole	219.1	11		89.3	1.56	14.6	3.42	6
Stems	747.3	38		90.0	1.22	12.1	9.12	17
Flower (with bracts)	97.7	5	31	84.4	4.56	29.3	4.46	8
Peduncle	297.4	15		85.1	1.95	13.1	5.80	10
Pods	219.7	11		83.2	4.91	29.1	10.79	20
Total	1,964.5						55.02	100

この結果は粗蛋白質の含量は、葉身・花に高く、かつ莢も高いことを示している。分布は葉身・莢に多い。茎の絶対量は他部に比較してもつとも多い。種子が形成されるに従つて、莢の部分に窒素が集積することは、レンゲの生理上にも意義あることと推察される。

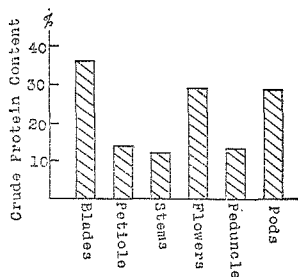


Fig. 3 Crude protein content of Chinese milk-vetch on the early stage of the seed maturity.

II. エンシレージ調製と品質及び消化率

A. 実験方法

実験サイロは中に起る変化の状況を観察するのに便にするため、ガラス製シリンダー (25 cm × 59 cm) を使用した。次のように 3 区に分つてつめこみ、比較した。なお 4 区は小型サイロ (136 cm × 273 cm ; 4.5 尺 × 9 尺) をつかつた。

a) 半気密区。前記載培のレンゲを 5 月 3 日 (満開直前) に刈りとり、3 cm 前後に細切して 25 kg 直ちにつめこんだ。ビニールを以て被い、木製蓋をした後、おもしをせず、発生したガスをなるべく逃さないために容器の表面からさらにビニールカバーをもつて被い、糸でかたくしばつて、気密状態になるように工夫し、滲出液は多少初期に溢れて失われたが、汲みとることはしなかつた。

b) 軽い日乾区。前者と同一細切材料 40 kg を日乾して 19, 115 kg に至るまで乾燥した。この操作によつて 90.3% の水分含量のものが、79.6% になつた計算になる。常法によつて封じ、33.9 kg のおもしをのせた。滲出液は、一定期間を置いてとり除き分析用に供した。埋蔵後 110 日目 (8 月 21 日) に開き品質を鑑定し、一般分析、消化試験用に供した。

c) 6 月 3 日刈取区。1958 年 6 月 3 日 種子成熟初期のものを刈りとり、細切して 11 kg つめこむこと前二者と同様にした。被覆はビニールカバーをもつてし、34 kg のおもしをのせた。95 日目に開封して実験用に供した。

d) 無細切区。前記材料と同一圃場において、5 月 20 日 (満開過ぎ 10 日) 刈りとり、1 日圃場において日乾し、これを細切せず、普及型サイロ (136 cm × 273 cm ; 4.5 尺 × 9 尺) に 3 名でふみこみながらつめこんだ。サイロの上縁より 10 cm のところまでつめこみ、ビニールカバーを被い、さらにその上にムシロをおき約 180 kg のおもしをのせた。雨露を防ぐためトタンをもつて屋根をしたが、十分とはいへなかつた。

つめこみ後温度・沈下の状態などを測定して、醗酵経過などを調査し、でき上つたエンシレージの品質を鑑定し、さらに家兎をもつて消化試験を行つた。

B. 実験結果及び考察

1. でき上りエンシレージと品質

埋蔵材料の分析結果は Table 7 のとおりである。

5 月 20 日の刈りとり、日乾した試料の粗蛋白質の人工消化率は、他の二者に比較してやゝ劣る結果を示した。

実験サイロにおいて行つた醗酵温度の測定結果は、16.5~21.9°C の間にあり、略気温に近く、

Table 7. Chemical Composition of Chinese Milk-Vetch
(Ensiled Material) (%)

Date of reaping	Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	True protein	T.P. C.P. × 100	Artificial digestibility of crude protein
May 3	90.27	2.15	0.44	4.45	1.56	1.13	1.60	71	66
June 3	82.30	3.39	0.54	7.00	4.84	1.93	2.42	71	58
May 20	87.94	3.03	0.31	4.85	3.16	0.71	2.24	74	55

低温醗酵の行われたことが知られた。

半気密(無重石)区は、つめこみの当初より汁液を生じ、2日目には汁液が多くなり、呼吸並びに醗酵作用によって生じたガス圧により、サイロ外に溢出する状態を示した。5日目までのガスの発生は著しいことが観察された。材料は4日目に変色、17日目に至つてやや褐色の度を増した。埋蔵後16~30日間に、壁面2~3カ所にカビを見出したが、増殖する傾向は認められなかつた。

日乾埋蔵区は、2日目よりガスが発生し、埋蔵後21日まで続いた。埋蔵後5日目より明らかな変色を開始し、9日目で完全にエンシレージ固有の色に變つた。埋蔵後28日目に、特有の香が感じられた。この間19日目にわずかのカビが壁面に観察された。

6月3日刈取埋蔵区は、3日目より変色し、9日目に完全に固有の色に變つた。つめこみ後17日目に表層が暗褐色となつた。22日目にカビが観察された。

普及型サイロの温度並びに沈下量の測定の結果は、埋蔵後1週間は深さによつて温度がちがひ、上層ほど温度が高かつた。これは圧搾不十分のため、材料間に残された空気が多く、呼吸作用がさかに行われた結果で、少なくとも上層については高温醗酵に近い状態を呈するものと推察された。しかし醗酵がすすみ、沈下するに従ひ、1週間位にして、サイロ内は温度が均一になつた。

実験サイロ調製の三つの区のエンシレージについて、その収量を調査した結果は Table 8 のとおりである。

Table 8. Yield of Silage

Lot	Duration of ensiling		Density (just after the ensiling)	Yield		Density	
				Weight	Volume	g/cm ³	kg/ (30cm) ³
a) Semiairtight	May 3 to Aug. 22, 1958	days 111	kg/(30cm) ³ 25.91	% 91	% 94	0.90	25.04
b) Wilted slightly	May 4 to Aug. 22, 1958	110	25.09	87(42)	75	1.04	29.02
c) Cut on June 3	June 3 to Sep. 6, 1958	96	15.92	95	61	0.90	24.92

この結果は容積的には、重石をしなかつたものは、わずかに6%の減少であるが、軽日乾埋蔵区では、25%、6月3日刈取埋蔵区では40%に及んだ。

次に pH の測定・有機酸の定量などを行い、品質を鑑定した結果は、Table 9 のとおりである。なお開封後つかい残つた底の部分サイロ内にそのまま残し、封じて5カ月間保存した後、その品質が如何に変化するかを調査した結果は Table 10 のとおりである。

この結果は軽日乾区が品質がもつともよく、優を示した。6月3日すなわち種子成熟初期刈とり埋蔵のものが品質がもつとも劣つた。このような材料では消化率も劣つてくるものと考えられ、また埋蔵材料としても不適当なものになつてくること示されている。しかして刈取後、直ちに埋蔵し、可及的ガスをもらさないように被覆した区では、表層のわずかの部分が品質が劣る

Table 9. Quality of the Experimental Silages of Chinese Milk-Vetch

Lot	Layer	Dry matter (%)	Organic acid				Total N	NH ₃ -N	NH ₃ -N / T.N. × 100	pH	Mark
			Lactic	Acetic	Butyric	Total					
a) Semiairtight	Top	1.41	0.17	0.68	0.91	1.76	0.45	0.08	18	4.91	10 Inferior
	Middle	11.0	1.42	0.63	0.03	2.08	0.39	0.02	5	4.05	75 Good
	Lower	12.2	1.38	0.72	0.00	2.10	0.41	0.03	7	3.85	75 Good
	Mean	12.4	0.99	0.68	0.31	1.98	0.42	0.04	10	4.27	53 Satisfactory
b) Wilted slightly	Top	24.2	2.44	0.50	0	2.94	0.84	0.04	5	4.05	95 Excellent
	Middle	23.6	2.85	0.73	0	3.58	0.82	0.06	7	4.15	95 Excellent
	Lower	22.4	2.45	0.75	0	3.20	0.85	0.06	7	3.78	88 Excellent
	Mean	23.4	2.58	0.65	0	3.24	0.84	0.05	6	3.99	93 Excellent
c) Cut on June 3	Top	23.2	0.23	0.98	1.27	2.48	0.61	0.12	20	4.80	10 Inferior
	Middle	21.0	0.34	0.74	1.79	2.87	0.63	0.09	14	4.60	10 Inferior
	Lower	20.4	0.37	0.59	2.20	3.16	0.58	0.13	22	5.40	10 Inferior
	Mean	21.5	0.31	0.77	1.75	2.84	0.16	0.11	19	4.93	10 Inferior

Table 10. Quality of Chinese Milk-Vetch Silage in the Five Months of Opening Silo

Lot	Layer	Dry matter	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total	Total N	NH ₃ -N	NH ₃ -N / T.N. × 100	pH	Mark
b) Wilted slightly	Bottom	20.0	1.50	0.50	0	2.00	0.73	0.05	6.8	4.14	88 Excellent
c) Cut on June 3	Bottom	20.0	0.17	0.40	1.10	1.67	0.43	—	—	4.85	10 Inferior

のみで、概して品質の良好であつたことは、調製技術の上に注目すべき点である。90%程度の水分をもつ材料を直ちに詰めこむ場合は、おもしろをせずに、生成されるガスを可及的に逃さないような工夫ができれば、比較的良質のエンシレージが得られることが示唆されている。この点については、一般のサイロにて、さらに実験を行つてみる必要がある。

開封使用後、被覆、おもしろ等を厳にして5カ月間保ち、その品質を調査した結果は、大差を生じないことを Table 10 から知られる。すなわち一度でき上つたエンシレージは被覆・おもしろなどを確実に行えば、製品の品質に余り変化がないことがわかり、さきに著者らの1人が報告したことを、さらに裏付けるものである⁽²⁾。

次に普及型サイロ調製のエンシレージ(不細切区)について詰めこみ後3日目に被覆したビニールカバーをとり、表層のすでに変色(オリーブ色、表面より5cmのところ)した部分をとり、分析し醗酵の状態を調査した結果は Table 11 のとおりである。

Table 11. Quality of Silage in two days after the Ensiling

Lot	Dry Matter	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total	Total N	NH ₃ -N	NH ₃ -N / T.N. × 100	pH	Mark
d) No chopping	22.0%	1.53%	0.38%	0%	1.91%	0.59	0.04	6.8	4.39	45

これによると pH はすでに 4.39 を示し、乳酸は 1.53 % に達し、酪酸発酵はまだ行われていないことがわかる。

つめこみ後 180 日目に開き、分析用に供したが、でき上り製品を上・中・下層の 3 層に分ち、上層は表面と、表面より 10 cm 下位、中・下層は中央部と、周縁部とに分つて分析した。その結果は Table 12 のとおりである。

Table 12. Quality of Chinese Milk-Vetch Silage in 179 days after the Ensiling

Lot Layer		Dry matter	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	Total	Total N	NH ₃ -N	$\frac{\text{NH}_3\text{-N}}{\text{T.N.}} \times 100$	pH	Mark	
d) No chopping	Top	Surface	18.8	0.16	0.62	1.28	2.06	0.69	0.14	20.3	4.88	4
		10 cm from the surface	15.0	0.16	0.51	1.49	2.16	0.56	0.14	25.0	4.89	2
	Middle	Side	15.0	0.23	0.23	0.83	1.29	0.42	0.08	19.0	5.00	6
		Middle	15.6	0.10	0.17	0.61	0.88	0.33	0.05	15.2	5.00	4
	Lower	Side	18.8	0.23	0.25	1.26	1.74	0.55	0.12	21.8	5.03	6
		Middle	16.4	0.15	0.15	0.74	1.04	0.39	0.06	15.4	4.85	6
	Mean		16.6	0.20	0.32	1.04	1.53	0.49	0.09	19.5	4.94	5

このエンシレージのでき上り品質は不良であつた。この原因の主なものは、細切しなかつたにも拘らず、踏圧が不十分であつたこと、押ぶたをしなかつたため被覆状態が不十分であつたことなどが考えられる。

でき上り部位別の品質は、上・中・下層、その中央部及び周縁部の品質は何れも劣等で、ほとんど差がない。これは著者らが中型サイロにおいて得た結果⁽⁸⁾と同様であることを示している。

2. でき上りエンシレージの消化試験

まず 1, 2, 3, 4 号の家兎を、1, 2 号 2 頭を 1 組、3, 4 号 2 頭を 1 組とし、前組に a) 半気密区試料、後組に b) 軽日乾区試料を給与して、常法によつて消化試験を施行した。本試験を 10 日間とし、a) 区では 1 日 1 頭 450 g、b) 区では 1 日 1 頭 245 g ずつを給与した。また c) 区、b) 区 (普及型サイロ調製) の試料についても、それぞれ 1, 2 号の家兎をもつて本試験 7 日間の消化試験を施行した。(c 区試料 1 日 1 頭 270 g、d 区試料 1 日 1 頭 417 g、平均給与) その結果の要約は Table 13 のとおりである。

Table 13. Digestibility of the Chinese Milk-Vetch Silages (%)

Lot		Moisture	Crude protein	Crude fat	N.F.E.	Crude fibre	Crude ash	Organic matter	True protein
a)	Chemical composition	91.59	2.19	0.71	2.71	1.74	1.06	7.35	0.84
	Digestibility	—	75.3	70.3	68.1	41.6	—	64.2	36.4
	Digestible nutrient	—	1.65	0.50	1.85	0.72	—	4.72	0.31
b)	Chemical composition	80.87	4.59	1.33	6.82	4.02	2.32	16.81	2.47
	Digestibility	—	68.7	69.6	63.1	33.9	—	58.2	44.3
	Digestible nutrient	—	3.15	0.96	4.30	1.36	—	9.78	1.09
c)	Chemical composition	83.41	2.76	0.76	5.38	5.67	2.02	14.57	1.96
	Digestibility	—	37.9	49.0	28.3	16.4	—	26.8	16.0
	Digestible nutrient	—	1.05	0.37	1.52	0.93	—	3.90	0.31

	Chemical composition	86.28	2.56	0.95	4.36	4.20	1.65	12.07	1.95
d)	Digestibility	—	54.40	65.40	40.40	22.00	—	38.90	41.40
	Digestible nutrient	—	1.39	0.62	1.76	0.92	—	4.50	0.81

この結果より乾物に対する可消化粗蛋白質および養分総量を求めた結果は Table 14 のとおりである。

Table 14. Digestible Crude Protein and Total Digestible Nutrient of Chinese Milk-Vetch Silages (%)

Lot	Digestible crude protein	Total digestible nutrient	Date of cutting of material
a) Semiairtight	19.6	63.6	May 3, 1958
b) Wilted slightly	16.5	57.3	Ditto
c) Cut on June 3	6.3	26.1	June 3, 1958
d) No chopping	10.1	39.9	May 20, 1958

この結果をみると、半気密（無重石被覆）区試料の消化率もつともよい。軽日乾区のもの、品質は前者よりまさっているが、消化率の点ではやゝ劣っている。不細切（普及型サイロ調製試料）区はこれに次ぎ、6月3日刈取り埋蔵のものもつとも劣った。すなわち一般に植物の生育期が進むに従って、生草では消化率が劣ってくるが、これらが埋蔵されても同じ傾向を示す。

またレンゲ生草を家兎に与えて消化率を測定した結果に比較して⁽⁴⁾、エンシレージの場合は低い値を示している。

満開前刈りとつて埋蔵したエンシレージは、乾物換算において、D.C.P. 及び T.D.N. において、フスマ以上の値を示している。乾草調製の場合と同様に、適期刈り埋蔵の重要なことを示している。

Table 1 及び 8 において得た値を用い、10a (反) 当りの養分収量の関係を仮に計算してみると、Table 15 のとおりである。

Table 15. Yield of Nutrients of Silage per 10 a

Date of reaping	Digestible crude protein		Total digestible nutrients	
	Yield (kg)	Ratio	Yield	Ratio
May 3, ensiled	75.2	100	243.9	100
May 3, ensiled after wilting	66.0	87	228.8	94
June 3, ensiled	32.9	44	135.6	56

これによると日乾埋蔵のものは、半気密（無重石被覆）区に比較して、その養分収量がやゝ劣る結果を示している。6月3日刈取り（種子形成初期）区に至つては、生草収量の低下と、消化率の低下とが相俟つて、養分の収量は適期刈りのものに比較して半ないしそれ以下にも下るのである。

次に埋蔵中の各養分毎の損失を、実験サイロの3区について示すと、Table 16 のとおりである。

この結果をみると、埋蔵中の有機物の損失は半気密区・軽日乾区・6月3日刈取埋蔵区の順に多く、前2者の損失は20%前後で、標準に近い値とみとることができる。但し粗蛋白質の損失の順は逆になっている。

Table 16. Losses of Nutrients during the Storage (%)

Lot	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	N. F. E.	Crude fiber	Crude ash	$\frac{\text{True protein}}{\text{Crude protein}} \times 100$
a) Semiairtight	21	22	7	-47	44	-2	14	38
b) Wilted slightly	18	18	11	-31	36	-7	14	54
c) Cut on June 3	11	12	22	-34	27	-12	-9	71

また日乾埋蔵区より生じた滲出液を分析し、かつ埋蔵全養分に対する損失割合を計算した結果は Table 17 のとおりである。

Table 17. Chemical Composition of Oozed Juice from the Ensilage and Losses of Nutrients (%)

Lot		Dry matter	Organic matter	Nitrogen	Crude ash	as Crude protein
b) Wilted slightly	Chemical Composition	7.54	5.64	0.38	1.89	(2.38)
	Losses of Nutrients	1.37	1.16	1.95	2.94	1.95

滲出液による乾物の損失は 1.4% で、窒素の損失は 2% である。アメリカで普通サイロで行った実態に比較して少ない値である⁽⁵⁾。

III. エンシレージの水溶性窒素と人工消化率

エンシレージの pH と乾燥エンシレージの全窒素に対する水溶性窒素の比率は関係があることが指摘されている⁽¹⁶⁾。すなわち品質とも何らかの関係があると思われるので、本研究で得た試料(乾燥エンシレージ)の水溶性窒素を求めた。その結果は Table 18 のとおりである。

Table 18. The Relation between the water soluble Nitrogen Content in Dried Silage and Quality

Chinese Milk-Vetch silage	pH of fresh silage	Class	Nd	Nw	Ns	$\frac{Ns}{Nd} \times 100$	Date of reaping of Chinese Milk-Vetch
a) Semiairtight	3.85	Good	0.0380	0.0130	0.0250	65.7	May 3
b) Wilted slightly	3.78	Excellent	0.0357	0.0170	0.0186	52.1	May 3 (Wilting)
c) Cut on June 3	4.85	Inferior	0.0244	0.0175	0.0069	28.4	June 3
d) No chopping	5.00	Inferior	0.0281	0.0211	0.0070	24.8	May 20

Nd: Total nitrogen in the dried silage 1 g

Nw: Water insoluble nitrogen in the dried silage 1 g

Ns: Water soluble nitrogen in the dried silage 1 g

この結果によると、品質のよいものは、品質の劣るものに比較して、水溶性窒素の多いことが認められる。この結果は前記消化率に平行していることが知られる。なおこの点については、材料の刈取期という因子も含めて考察する要がある。

次に pH と WEDEMYER 氏法によるペプシン消化率との間にも関係があるといわれている⁽⁶⁾。これらの数値を求めて、実際の消化率並びに WATSON 氏の提案している式 ($D.C.P. = 0.82 \times \text{Crude protein} - 2.42$)⁽⁷⁾ による計算値とも比較した結果は Table 19 のとおりである。

Table 19. The relation between the Quality and the Digestibility (Chinese Milk-Vetch Silage)

	pH	Class	Crude protein (On the dry matter basis)	Digestibility of crude protein (found)	Np/Nd	Digestibility (WATSON)	Digestibility (DIJKSTRA)
a) Semiairtight	3.85	Good	2.19 (26.04)%	75.3*%	75.8%	72.7%	82.3%
b) Wilted slightly	3.78	Excellent	4.59 (23.99)	68.7	63.2	71.9	80.4
c) Cut on June 3	4.85	Inferior	2.76 (16.64)	37.9	47.8	67.4	64.6
d) No chopping	5.00	Inferior	2.56 (18.66)	54.4	38.7	69.0	69.0

* On rabbits

この結果によると、品質の良好な場合は、WATSON 氏の計算式は実測値に比較的近い値を示すが、品質の劣る場合は計算値の方が甚だしく高く表われる。DIJKSTRA 氏⁽⁸⁾の計算式〔低温酸酵；品質の良好な場合 $V=1,043(x-15)+0.065(m-12)+9.89$ 、品質の余りよくない場合 $V=1,043(x-15)+0.075(m-12)+9.04$ 〕による値は、品質良好な場合は WATSON 氏の式の場合よりも高い値を示し、品質の劣る場合にも、実測値より高い値を示した。その値は WATSON 氏の式による値にほぼ類似している。

アミノ態窒素とアンモニア態窒素との関係。細切試料 100g をとり、蒸留水 100 ml を加えて十分攪拌後 12 時間静置し、濾液を得、この濾液について pH を測定し、アンモニア態窒素並びにアミノ態窒素を定量した⁽⁹⁾。

Table 20. The Relation between the Amino Nitrogen and Ammoniacal Nitrogen of Chinese Milk-Vetch Silage

	pH	Dry matter	Total nitrogen in fresh silage	Amino N	Per cent of Amino N to the Total N	Percent of NH ₃ -N to the Total N	Amino N Ammoniacal N
a) Semiairtight	4.05	15.0	0.37%	89.8 mg%	24.4 %	8.2	3.0 %
b) Wilted slightly	4.14	20.0	0.73	213.4	29.2	6.9	4.2
c) Cut on June 3	4.85	20.0	0.43	10.0	2.3	—	—

この結果は、良質のエンシレーズは (pH の小さいものは)、品質の劣るものに比較して、全窒素に対するアミノ態窒素の比率が大きいことが知られる。また品質悪い場合の NH₃-N の値を欠くのではつきりした結論を得られないが、品質のよいものは悪いものよりも Amino N/NH₃-N の値が高いのではないかと推察される。実験例が少ないので、さらに試料を加え、また材料の時期別見知よりもさらに検討する必要があるが、この比率の大小は、品質をあらわす一指標となるであろうことを推察させるもので、その傾向は WATSON 氏ら⁽¹⁰⁾の示しているところと一致するものである。

IV. 総 括

(1) 水田裏作のレンゲを、4月16日(開花前)から6月3日(種子成熟初期)に至る間に8回刈刈(3.3 m²)を行つて収量などを調査した結果、固形物・粗蛋白質の収量は、開花9分程度から満開花2~3日の間に最高になるものと推察された。

(2) 満開花期レンゲの粗蛋白質の含量は、葉40.5、莖12.4、花28.6%であつた。その部位別分布は、葉・莖・花においてそれぞれ47.3、44.7、8.0%であつた。

粗蛋白質のペプシン消化率は、葉64.4、莖64.8、花71.3%であつた。

種実形成初期の、莢の粗蛋白質含量は、乾物中29%で花のそれとほぼ等しかつた。

(3) エンシレーズの調製試験では、軽日乾埋蔵区がもつとも優秀で、半気密区がこれに次ぎ良好であつた。刈取期の遅れた(6月3日刈取)材料では、良質のエンシレーズが得られなかつた。

軽日乾埋蔵区のエンシレーズは pH 3.99、乳酸2.58%、酢酸0.66%を含み、酪酸を含まなかつた。

(4) 調製エンシレーズの家兎による消化試験の結果は、有機物の消化率が、半気密(被覆)区64.2%、軽日乾埋蔵区58.2%、6月3日刈取埋蔵区26.8%、不細切(5月20日刈取埋蔵)区38.9%であつた。

(5) 埋蔵中の有機物の損失は、材料に対し20%程度であつた。

(6) エンシレーズ乾燥試料の水溶性窒素の全窒素に対する割合は、品質のよいものは、品質の劣るものよりも高かつた。

(7) 粗蛋白質の家兎による消化率と、WATSON 氏の式による計算値を比較した場合、良質のエンシレーズでは、比較的近い値が得られたが、品質の劣るものでは、計算値が実測値よりも大きいことが知られた。

(8) 品質のよいエンシレーズは、品質の劣るエンシレーズに比較して、全窒素に対するアミノ態窒素の割合が高かつた。

本研究を施行するに当り、実験材料を提供され、種々便宜を与えられた本学部附属農場奥島史郎氏、実験上種々協力された内田仙二氏に深い感謝の意をあらわす。

文 献

- 1) BARNETT, A. J. G. (1954) : Silage Fermentation, Cit. 135.
- 2) SUTOH, H. (1958) : Okayama-Daigaku-Nôgakubu, Gakujutsu-Hôkoku, 13; 78 ~79.
- 3) SUTOH, H. et al. (1960) : Okayama-Daigaku-Nôgakubu, Gakujutsu-Hôkoku, 16; 53~64.
- 4) MORIMOTO, H. (1950) : Chikusan-Shikenjô-Hôkoku, 57; 25.
- 5) SUTOH, H. (1960) : Silage no Chôsei to Riyôhō, In'yô, 56.
- 6) BARNETT, A. J. G. (1954) : Silage Fermentation, 189~190.
- 7) WATSON, S. J. et al. (1956) : Silage, 113.
- 8) DLKSTRA, N. D. (1949) : Versl. Rijkslandb Proefst., 's Grav., 55; 15.
- 9) Todai-Nôka-Kyôshitsu (1952) : Jikken-Nôgeikagaku (I), 109~110.
- 10) WATSON, S. J. (1956) : Silage, 111.