

サイレージの調製法に関する研究

(第14報) 生イネワラサイレージの調製と飼料価値

須藤 浩・藤原 誠一*・内田 仙二

Studies on Silage-Making

XIV. Making and Feeding Value of Fresh Rice Straw Silage

Hiroshi SUTOH, Seiichi FUJIWARA and Senji UCHIDA

The Authors attempted to make the silage of fresh rice straw, because utilization of the fresh rice straw, which is sent forth from the combine in harvesting rice, is important in dairy farming. The fresh rice straw from the combine was chopped and ensiled in the experimental silo. The additives used in the present experiments were molasses (5 or 6%), molasses-urea (morea) liquid feed (6%), peat with morea liquid feed (6%), bagasse with molasses (6%) and beet pulp with molasses (6%). Several lots of these additives as well as that of control without any additive were set up. The quality of silages produced was examined by estimating organic acids, pH values, provitamin A and chemical composition. Moreover the digestibility of these samples were determined by feeding them to goats.

1) The good or excellent silage, which was very palatable to ruminants, was made from the fresh rice straw. Namely the score by FLIEG's appraisal method was 70 in the control-lot, 95 in the three lots of morea liquid feed, peat with morea and molasses, and 88 in the bagasse with molasses. These additives had the effect in the improvement of quality of silage.

2) The fresh rice straw silage had a pH 4.14, dry matter 28%, lactic acid 1.14%, acetic acid 0.37%, butyric acid 0%, pro-vitamin A 0.39 mg/100 g, digestibility of organic matter 48%, DCP 1.7% of DM and TDN 40.9% of DM. It was confirmed that the fresh rice straw silage could be effectually utilized as fodder. And also it is advisable that the silage of fresh rice straw should be used together with that of grass.

結

言

イネワラの利用はわが国農業経済に対して重要な課題になっている。粗飼料の不足している畜産部門においてとくにそうである。従来から敷料・飼料として利用されており重要な位置を占めているが、飼料としては、低タンパク質・高繊維で消化率が低いいため、飼料価値は比較的低く、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の飼料とも考えられてきた。

しかるに最近家畜の多頭化に伴ない、草資源の不足から、イネワラのサイレージ化が一般酪農家で行なわれている。著者らもイネワラを有効に利用する角度から、生ワラの利用を初めとして、イネワラサイレージの調製実験を実施してきた¹⁾²⁾³⁾。その結果乾燥イネワラに対し加水してサイレージ化することは、飼料価値増進の角度からは余り意味のないことを認めた³⁾。

* 岡山県立高松農業高等学校

もっとも添加物利用によって、家畜の嗜好性を増進する目的であれば、これは別問題である。

ところで、その後イネの刈りとりには、コンバインの導入が進み、刈跡に残されるワラの取片つけに要する労力の問題と、畜産経営上からは、イネワラをどのように確保し利用するかが問題になってきた。この意味においてこのワラは従来とはちがった角度において問題を提起している。しかるにコンバイン収穫直後の生イネワラは、その水分含量はおおむね65~70%である。この水分含量は、サイレージ調製には、適当なものである。したがってサイレージにして貯蔵すれば、取り片つけの労賃をも回収することになり、一挙両得になる。

著者らはこれらのことに鑑み、生イネワラのサイレージ調製法を検討し、その場合生ずるサイレージの品質ならびに飼料価値について実験を行なったので、その結果を報告する。

実験材料 および 方法

1. 供試生イネワラ 1968年5月24日岡山大学農学部附属八浜農場（玉野市八浜）の水田に播種した中生千本種（短稈，草丈90cm）を1968年11月6日コンバイン（インターナショナルハーベスター，コンバイン105）で収穫したワラを直ちに集めて結束運搬し，動力カッターをもって1.8cmに細切して埋蔵用に供した。この生ワラの水分含量は61%であった。

2. サイレージの調製と区分

実験1. 4ℓ容のポリエチレン製の共蓋付ビンを実験サイロにして，Table 1に示すように，細切生ワラを1.5kgずつ埋蔵した。この場合目標水分を70%にするため，0.45kgの水を加え⁴⁾，1は対照（無添加）区とし，2は糖ミツ尿素液体飼料（以下モレア Morea とよぶ）を材

Table 1. Outline of Ensiling Fresh Rice Straw

	No.	Lot	Experimental silos	Ensilaged amount (Fresh rice straw)	Water added	Additives			Total amount ensiled	Density	Weight	Notes
						Types	Amount	Percent				
Experiment 1.	1	Control	Bottle made of polyethylene (4ℓ)	(kg) 1.5	(kg) 0.45	None	(g) 0	0	(kg) 1.95	(g/ℓ) 488	(kg/m ³) None	Sealed with lid
	2	Morea liquid feed		1.5	0.45	Morea liquid feed	90	6	2.04	510	do.	
	3	Peat with morea liquid feed		1.5	0.45	Peat with morea	90	6	2.04	510	do.	
	4	Molasses		1.5	0.45	Molasses	90	6	2.04	510	do.	
	5	Bagasse with molasses		1.5	0.45	Bagasse with molasses	90	6	2.04	510	do.	
Experiment 2.	a	Control	Experimental silo made of iron	60	18	None	(kg) 0	0	78	360	406	Conventional sealing
	b	Morea liquid feed		60	18	Morea liquid feed	3.6	6	81.6	376	406	
	c	Beet pulp with molasses		70	21	Beet pulp with molasses	4.2	6	95.2			
Experiment 3.	A	Molasses	Square-shaped silo**	(t) 5 ¹⁾	500	Molasses	250	5	5,750	440	340	

* 110cm×180cm, ** 192cm×287cm×263cm. 1) Estimate

料に対し6%, 3はモレアの等重量をピートに吸着させたモレア吸着ピート, 4は糖ミツ, 5は糖ミツ吸着バガス(糖ミツをバガスパルプに吸着させた市販のサイレージ添加用の糖ミツ吸着飼料)をそれぞれ6%添加して埋蔵し, 共蓋をする前に1枚のポリエチレンフィルムを被い, その上を共蓋によって密封した。

実験2. 直径56cm×深さ88cmのドラム缶2コおよびブチルゴム袋(110cm×180cm)を実験サイロとした。aのドラム缶には上記同材料を60kgつめこみ, 18kgの水を加え, 無添加対照とした。bの実験サイロにはモレアを6%量添加埋蔵し, cのブチルゴム袋には, 糖ミツ吸着ピートパルプ(1:1)を6%添加するとともに, 21kgの水を加えて密封した。水添加によって, 水分含量70%を目標にした理由は, 著者らの研究で, 低水分では, 草類の場合と異り, しばしばカビを生じて, いわゆる廃棄部(Top spoilage)になる可能性が高いことを知ったからである。

実験3. 酪農家の角型サイロ(192cm×287cm×263cm)で, 酪農家自体が生産した生ワラで調製した。すなわち, 1968年10月29日中生新千本種を歩行型コンバイン(キセキコンバインHD₅₀)をもって刈りとった生イネワラを, 直ちにサイレージカッターで8mmに細切し, 5%量に相当する糖ミツを2倍の水でうすめ, これをスプレーヤーで散布しながら埋蔵し, 常法により密封しおもしろをした。すなわち埋蔵を終わった後農用ビニールをもって完全に被覆し, その上に乾燥砂をのせておもしろとした。この際周縁部の密封にとくに注意を払った。

3. サイレージの品質調査と消化率の査定 つめこみを終った実験サイロは, 実験1では温度変化の少ないキャビネットの中に保管し, その中の温度を観測し, 実験2のサイロは室内に保管した。Table 4に示した埋蔵期間の後, 各区のサイロを開き, でき上がりサイレージの全量および廃棄量を測定し, 廃棄部を除いた部分について, 品質を調査するとともに, 消化率の査定を行なった。すなわち, pH値の測定はガラス電極pHメーターおよびpH試験紙で行ない, 有機酸の定量はFLIEG法⁵⁾, また評価はFLIEG法⁶⁾によった。全窒素は常法⁷⁾により, プロビタミンAは藤田法⁹⁾によった。

実験2, 3の試料については, ヤギを実験動物にして, 消化率の査定を行なった。基礎飼料にはイタリアンライグラス乾草を使用し, 全糞採集法⁷⁾で実施した。

実験結果 および 考察

1. 埋蔵生イネワラおよび添加物の組成 つめこんだ生イネワラの一般組成はTable 2のようである。

Table 2. Chemical Composition of Fresh Rice Straw

Dry matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash	Carotene
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(mg/100g)
39.0	4.7	1.4	42.6	33.4	17.6	1.949

Percent and mg/100g of dry matter

このイネワラの組成は, 従来報告されている値とほぼ一致するものである¹⁰⁾¹¹⁾。

また本実験に使用した添加物の一般組成を示すとTable 3のようである。

モレアの水分含量は比較的多く, 糖ミツ吸着バガスの糖ミツ吸着量はそれほど高くないことが知られる。

なお生イネワラにはカロチンが相当量ふくまれることが特徴で, 乾物100g中に2mg近く存

Table 3. Chemical Composition of the Additives used in the Present Experiments

	Moisture	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Morea liquid feed	47.5	24.6	0.8	21.7	—	5.3
Peat	12.5	9.8	1.3	38.0	20.3	18.1
Beet pulp	15.3	7.8	0.4	54.6	18.9	2.9
Bagasse with molasses	18.8	8.1	1.1	37.3	20.3	14.4

在することが認められた。

2. 粗収量 サイロ保管のキャビネット内温度測定の結果は30℃以下であった。したがって実験1では低温発酵が行なわれたものと推定された。実験2, 3も同様に観察された。

サイレージは埋蔵後76日ないし124日後にそれぞれ開封して調査したが、粗収量などを示せばTable4のようである。

Table 4. Crude Yield of the Fresh Rice Straw Silages Produced

	No.	Lot	Crude Yield			Top spoilage		Date opened '69	Duration of storage (days)
			Silage produced	Of the amount ensiled	Of the volume ensiled				
			(%)	(%)	(%)	(g)	(%)		
Experiment 1.	1	Control	1,936	99.3	100	41.0	2.5	Jan. 21	76
	2	Morea liquid feed	2,014	98.7		56.6	2.8	27	82
	3	Peat with morea liquid feed	2,016	98.8		94.7	4.7	28	83
	4	Molasses	2,003	98.2		60.1	3.0	Feb. 3	89
	5	Bagasse with molasses	2,016	98.8		7.0	0.3	3	89
Experiment 2.	a	Control	76.60	98.2	98.2	38.99	50.9	March 3	117
	b	Morea liquid feed	80.30	98.4	97.0	31.56	39.3	Feb. 17	103
	c	Beet pulp with molasses	93.47	98.2		0	0	March 10	124
Experiment 3.	A	Molasses				0	0	March 10	101

Table4の結果をみると、埋蔵後開封までの不可視的損失は、実験1では、0.7~1.8%の間にあり、区によって余り差があるとはいえないようである。実験2では1.6~1.8%の不可視損失があった。廃棄部は実験1では0.3~4.7%で、モレア吸着ピート添加区がもっとも高く、糖ミツ吸着バガス添加区がもっとも低かった。前者の高いのはモレア中の尿素の影響によるものと思われる。しかるに実験2では、廃棄部が多量に生じ、対照区では50%、モレア添加区で39%を生じた。それに対して袋埋蔵密封区では全く廃棄部を生じなかった。このことは生イネワラ埋蔵の際は、被覆を完全にして、サイロ内の気密性を保持することの重要なことを示すものである。実験3の角型サロイにおける調製は、被覆密封法がよく、廃棄量は全くなかった。このような密封法とおもしとの関係は、実用的に参考になる点である。

3. サイレージの有機酸と品質 でき上がりサイレージは、廃棄部を除き、pH 値・有機酸・

窒素などの定量を行なったが、その結果は Table 5 のようである。

Table 5. The Quality of the Fresh Rice Straw Silages Produced

	No.	Lot.	Moisture (%)	pH (%)	Lactic acid (%)	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Total acid (%)	Evaluation (Score)	Total N (mg/100 g)	Ammoniac N (mg/100 g)	②/① ×100 (%)
Experiment 1.	1	Control	70.0	4.12	0.36	0.29	0	0.65	70	202.3	8.3	4
	2	Morea liquid feed	68.0	4.31	2.46	0.46	0	2.86	95	382.9	51.7	14
	3	Peat with morea	69.8	4.21	2.13	0.40	0	2.53	95	324.6	34.4	11
	4	Molasses	68.4	4.11	2.15	0.44	0	2.59	95	267.3	27.6	10
	5	Bagasse with molasses	62.5	4.20	1.71	0.37	0	2.08	88	222.5	14.4	7
Experiment 2.	a	Control	71.9	4.14	1.14	0.37	0	1.43	95	217.3	11.9	6
	b	Morea liquid feed	69.2	4.37	2.00	0.41	0	2.41	94	544.8	64.1	12
	c	Beet pulp with molasses	68.2	4.15	2.25	0.29	0	2.54	93	257.1	10.7	4
Experiment 3.	A	Molasses	68.6	3.80	2.25	0.44	0	2.65	95	201.6	10.7	5

Table 5 の結果は、いずれの場合も酪酸の生成がみられず、品質のよいサイレーズが得られた。pH 価は実験 1 の無添加対照区が 4.12、実験 2 のそれは 4.14 で、比較的低い値を示し、生イネワラがサイレーズ調製用として、比較的よい条件にあったことを示している。すなわち、著者らが乾燥イネワラに加水して、サイレーズの調製を試みた場合の 4.92 に比較すると、はるかに低い値となった³⁾。もっとも低い pH 価を示したのは、実験 1 では、糖ミツ添加区の 4.11 で、実験 3 の糖ミツ添加区では 3.80 となり、この傾向も前報³⁾の乾燥イネワラに加水調製した場合と一致した。このサイレーズは、臭・味・色・触感ともよく、家畜はきわめてよくし食した。

乳酸含量では、対照区が添加区に対しいずれも低かった。そのうちモレア添加区の乳酸含量がもっとも高かった。全窒素に対するアンモニア態窒素率は、対照区の 4 % がもっとも低く、糖ミツ吸着バガス添加区の 7 % がこれに次ぎ、モレア添加区がもっとも高かった。モレアには尿素が含まれるので、アンモニアを生成し、そのために高くなることは、著者ら¹⁾²⁾³⁾¹²⁾が前諸報においてすでに報告したとおりである。それにもかかわらず、サイレーズの品質をよく保つことは、糖ミツを混合してあるために、その欠点を糖ミツがマスクするためと推察される¹²⁾。

4. サイレーズのし好試験 サイレーズを食べていない家畜に与えた場合、品質のよいサイレーズは一般に家畜は直ちに食べ始める。しかし品質の劣るものでは、その程度に応じて食いつきが遅く、品質によっては全く忌避して食べないものである。この方式により、観察を乳牛・メン羊・ヤギ・ブタで、簡易し好試験を実施した。その結果は Table 6 のようである。

その結果、実験 1 では余り差がなかったが、糖ミツ添加区がもっともよい結果となった。家畜別ではヤギがもっともよく食べた。実験 2 の試料についても、対照区よりも、モレア・糖ミツ添加サイレーズがし食された。

Table 6. Simple Test of Palatability of the Fresh Rice Straw Silages to Live-stock

	No.	Lot	Dairy cattle	Sheep	Goats	Swines
Experiment 1.	1	Control	+	+	++	+
	2	Morea liquid feed	+	+	++	+
	3	Peat with morea	+	+	+	+
	4	Molasses	+	++	++	++
	5	Bagasse with molasses	+	+	++	+
Experiment 2.	a	Control	+	+	++	++
	b	Morea liquid feed	++	+	++	++
	c	Beet pulp with molasses.	++	+	++	+
Experiment 3.	A	Molasses	++	+	+	+

— : did not eat entirely, + : ate with difficulty, ++ : ate normally, +++ : ate with gusto.

なお、実験2、3の試料4点について、ヤギ2頭(体重26kg, 24kg)をもって、全点自由選択法により、配置はラテン方角法にしたがい、各区5分ごとに配置をかえて、20分間の嗜好試験を実施した。その結果はTable7のようである。

Table 7. Palatability of the Fresh Rice Straw Silages to Goats (per head for 20 min.)

	a. Control	b. Morea liquid feed	c. Beet pulp with molasses	A. Molasses
Amount consumed (g)	12.0	54.5	54.0	61.5
DM consumed (g)	3.4	16.8	17.2	19.3
DM/kg BW (g)	0.067	0.336	0.343	0.386
Rate of DM consumed	1.0	5.0	5.1	5.7

Table7の結果体重1kgあたりの乾物摂取量は、対照サイレージに比較して、モレア、糖ミツ吸着ビートパルプ、糖ミツ添加サイレージがそれぞれまさり、とくに実験3の糖ミツ添加サイレージが、対照サイレージ1に対して5.7倍の摂取量を示し、嗜好性のよいことを示した。これによって、これらの添加は嗜好性の改善にも効果的であることが認められる。

5. 生イネワラサイレージの消化率と飼料価値 実験2および3の試料について、消化率の査定を行なったが、基礎飼料にはイタリアンライグラス乾草を用いた。その組成および消化率はTable8のようである。

Table 8. Digestibility and Digestible Nutrient of Hay (Basal Ration)

	Dry matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash	TDN	DCP
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Composition	86.5	13.0	1.7	31.7	26.1	14.0		
Digestibility	63.8	61.1	38.1	62.0	77.5			
Digestible nutrient	55.2	7.9	0.7	19.6	20.2		49.3(57.0)	(9.1)

() Percentage of dry matter

またサイレージの消化率査定の結果はTable9のようである。

Table 9. Digestibility and Digestible Nutrient of the Fresh Rice Straw Silages Produced

No.	Lot		Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	NFE	Crude fiber	Crude ash	Carotene (mg/100 g)	TDN
a	Control	Composition (%)	28.1	22.9	1.1	0.7	11.7	9.4	5.2	0.39	11.5
		Digestibility (%)		48.0	42.1	49.2	43.6	53.9			
		Digestible nutrient (%)		11.0	0.5	0.3	5.2	5.1			
b	Morea liquid feed	Composition (%)	30.8	25.3	22.6	0.7	12.3	9.6	5.6	0.42	13.4
		Digestibility (%)		51.5	62.2	48.9	45.2	57.0			
		Digestible nutrient (%)		13.0	1.6	0.4	5.4	5.5			
c	Beet pulp with molasses	Composition (%)	31.8	26.6	1.6	0.7	15.9	8.5	5.2	0.34	15.3
		Digestibility (%)		55.0	44.9	34.5	58.0	56.5			
		Digestible nutrient (%)		14.6	0.7	0.3	9.2	4.8			
A	Molasses	Composition (%)	31.4	25.2	1.4	0.8	13.4	9.7	6.2	0.61	14.3
		Digestibility (%)		55.1	20.1	33.0	53.4	63.3			
		Digestible nutrient (%)		13.9	0.3	0.3	7.1	6.2			

Table 9 の結果をみると、有機物の消化率は、対照サイレーズ48%に対し、モレア添加サイレーズ51.5%、糖ミツ吸着ビートパルプ添加サイレーズ55.0%で、添加物を含めてではあるが、添加区の消化率は高くなっている。

粗タンパク質の消化率では、モレア添加サイレーズが、モレアを含むことも影響し、もっとも高い62.2%を示した。この結果は著者らの今日までの結果と一致する³⁾¹²⁾。糖ミツ吸着ビートパルプ添加サイレーズの粗タンパク質消化率は45%で、対照のそれよりもわずかに高いのみであった。しかして、実験3 (A試料のサイレーズ粗タンパク質の消化率が20%の低さにとどまった。この原因は、はっきりとはつかめないが、試料の貯蔵中再発酵を起したことが、主なる原因ではないかと推定される。このことについては更めて追究したい。粗繊維の消化率は、添加物の利用によって、向上の傾向が認められる。

前報では乾燥ワラに加水してサイレーズを調製してその消化率を査定したが、その結果は期待したよりもむしろ低いものであった³⁾。しかし本実験での生ワラサイレーズにおいては、片山ら¹¹⁾が普通ワラで報告している有機物の消化率51%に比較して、無添加生ワラサイレーズにおいて、わずかに低い結果となっている。しかし粗タンパク質25%に対して、対照生ワラサイレーズでは42%となり高く、粗繊維では62%に対し54%と、生ワラサイレーズのほうが、やや低い結果となった。しかしモレアや糖ミツあるいはこれらの混合物を添加することによって、消化率はやや向上するように見える。これらのことから、生ワラサイレーズを安全に調製し、かつ粗繊維の消化率の低下防止ないし改善する意味において、モレア・糖ミツなどの利用は、価値あるものと考えることができる。

つぎにこれらイネワラサイレーズの乾物中のDCP, TDNの含量を示すとTable 10のようである。

Table 10の結果より、生ワラサイレーズの飼料価値は、イネワラ¹¹⁾のDCP 1.6%, TDN 39.7%とほぼ同じか、わずかに上回るものとみなすことができる。牛に給与する場合は、これ

Table 10. DCP and TDN Content of the Fresh Rice Straw Silages Produced

No.	Lot	DCP	TDN
		(%)	(%)
a	Control	1.7	40.9
b	Morea liquid feed	5.2	43.5
c	Beet pulp with molasses	2.3	48.1

Percentage of dry matter

サイレージが得られ、飼料価値も従来のイネワラに相当するものの得られることが知られた。また、サイレージを調製するにあたり、モレア、糖ミツ、糖ミツ吸着ビートパルプなどを添加することは、その品質をよくするため、またサイレージの飼料価値を改善するために、意義あることが知られた。

しかして、一般にコーンサイレージや草サイレージに比較して DCP や TDN が低いので、単一給与するよりも、他の種類のサイレージや牧草などと混合給与することが望ましい。たとえば草サイレージ 2 に対して生ワラサイレージを 1 の割合に混合給与するなどすれば、双方の欠陥を補なって、その飼養効果を大きくするものと思われる。

要 約

イネのコンバイン収穫によって生ずる生イネワラの飼料的利用を目的として、これをサイレージに調製する法を考えた。無添加対照のほか、モレア（糖ミツ尿素液体飼料、6%）、糖ミツ（5または6%）、モレア吸着ビート（6%）、糖ミツ吸着バガス（6%）添加の諸区を設け、実験サイレージおよび実用サイロに埋蔵し、でき上りサイレージの品質および飼料価値を検討した。その結果はつぎのようであった。

1) 生イネワラの無添加埋蔵によってもかなり良質のサイレージが得られた。しかし糖ミツ、モレアあるいはその吸着物の 6% 程度の添加によって、品質の改善がみられ、家畜のし好の増進することが認められた。

2) 生イネワラサイレージの有機物の消化率は 48% で、従来の乾燥イネワラの消化率に近い値であった。DCP 1.7%、TDN 41% になり、サイレージ化により飼料価値の低下は認められなかった。

3) モレア、糖ミツなどの添加によって、サイレージ粗繊維の消化率の増進する傾向が認められた。

4) 生イネワラサイレージには、カロチンが残っており、乾物中 $1.39\text{mg}/100\text{g}$ ふくんでいることが認められた。

以上によって、コンバイン刈りとりによって生ずる生イネワラのサイレージ化は、利用上有用な方法であることが認められる。

文 献

- 1) 須藤 浩：内田仙二・宮田辰男：岡山農業学会誌，6，94（1967）
- 2) 須藤 浩：内田仙二・藤原誠一・沖 進：糖蜜飼料研究会報告，2，65（1969）
- 3) 須藤 浩：内田仙二：岡大農学報，34，57，（1969）

よりも幾分高い結果を示すものと推定される¹³⁾。これに対してモレアを添加した場合は、DCP の含量が、無添加の場合の 1.7% に対し、5.2% となり、約 3 倍の含量になる。糖ミツ吸着ビートパルプ添加の場合は、添加物の養分も加わり、飼料価値は高くなっている。

以上の結果から、生イネワラから、良質

- 4) 須藤 浩：サイレージの調製と利用法（第7版），18（1969）養賢堂：東京
- 5) FLIEG, O. : *Biedermanns Ztb. B. Tierern.*, 9 (2), 178 (1938)
- 6) FLIEG, O. : Mitt. d. Verb. Deutscher Landw. Unters. -u. Forschungsanstalten, s. 12 (1952)
- 7) 須藤 浩：飼料学講義（第4版），71—8, 99—102（1969），養賢堂：東京
- 8) 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
- 9) 藤田秋治：ビタミン定量法（初版），189—205（1955）
- 10) MORRISON, F.B. : *Feeds and Feeding*, (22 ed.), The Morrison Pub. Comp. : New York
- 11) 片山外美雄・後藤寛助：農試報告, 50 (1929), [岩田久敬：飼料学, 261 (1942)]
- 12) 須藤 浩・内田仙二・坂本広司：岡大農学報, 30, 37 (1967)
- 13) SCHNEIDER, B.H. : *Feeds of the World, Their Digestibility and Composition*, 190—1, 262—3 (1947), Agr. Exp. St. West Virginia Univ., Morgantown.