

# サイレージの調製に関する研究

(第22報) サツマイモの生育時期と飼料養分ならびに  
イモヅルサイレージの品質

須藤 浩・内田仙二・金田 清

## Studies on Silage-Making

(XXII) The Nutrient Content of Sweet Potato (*Ipomoea Batatas*  
*L. var. edulis*) at the Different Stages and the  
Quality of Sweet Potato Vine Silage

Hiroshi SUTOH, Senji UCHIDA and Kiyoshi KANEDA

The utilization of sweet potato vines, especially the vine silage as the fodder, has been made for a long time. This silage is important resources of the fodder during the winter.

With view to making clear the nutrient yield, the chemical composition as well as the feeding values at the different stages, the authors conducted investigation six times (on Sep. 28, 89 days after the seedlings have been set out; on Oct. 18, 109 days; on Oct. 29, 120 days; on Nov. 10, 132 days; and on Nov. 25, 147 days). Furthermore the sweet potato vines above mentioned were ensiled in small experimental silos, and fermentative quality was estimated from organic acids, total N, ammonia N and pH values. Digestibility of the silages was estimated using two goats and two rabbits.

The results obtained were summarized as follows:

1) The stage of the maximum yield of the dry matter of vines and of the vines plus roots was found on Oct. 29 and Nov. 10 respectively. When both roots and vines are used as feed, it is recommended that the sweet potato should be harvested from late October to early November.

2) No significant difference between the quality of the resultant silages was found. The all silages had the good quality, except that the silage ensiled on Nov. 23 showed slightly lower score. With a view of silage quality the harvest stage generally may give no significant effect on quality, though moisture content is important.

3) The digestibility of the silages of the former three growth stages was superior to that of silages of later three growth stages. Namely digestibility of organic matter was approximately 70 percent in the silages of three stages until Oct. 19, while 65 percent in silages of three stages after Oct. 30.

The digestibility tested on goats was superior to that on rabbits.

4) The yield of digestible nutrients per ha. of sweet potato vines silage was maximum in late October.

5) As the stage progressed, the provitamin A content of sweet potato vines decreased as in case of other grasses. The loss of provitamin A during the ensilage was 11 to 25 percent of the initial amount as in case of the grass silage.

## 緒 言

サツマイモ (*Ipomoea Batatas L. var. edulis*) は、終戦前後においては、主食として重要な位置を占めていたが、昨今では主食としての位置は変り、もっぱら飼料用・加工用に供されることが多くなってきた。

ツルは副産物として家畜の飼料に古くから利用され、その研究も行なわれた<sup>1)</sup>。著者らも今日までサツマイモツルを材料に各種添加物の効果についての実験を行なった<sup>2)-6)</sup>。春の埋蔵材料としての水田裏作のレンゲ、仲秋から晩秋におけるサツマイモツルを材料とするサイレージは、わが国におけるサイレージの種類の特徴をなしている<sup>7)</sup>。

しかして、植物はその生育時期によって養分の含量がちがひ、これをそれぞれの時期に埋蔵したとき、サイレージの養分がちがってくることはもちろん、品質にも関係してくることは当然である。それゆゑ、生育段階の異なる時期に埋蔵した場合、いかなる品質のサイレージができ上がるかを知っておくことは、サイレージを安全かつ良質のものにつくり上げるため、きわめて大切なことである。これらのことから著者らは一連の実験として、サツマイモの生育時期と成分およびツル(蔓)のサイレージについて実験をおこなったので、その結果を報告する。

## 実験材料 および 方法

### 1. 供試サツマイモ

品種は農林1号で、岡山大学農学部付属農場に1962年7月2日に苗が植えられた。常法により栽培、施肥は10アールあたり堆肥2,350 kgとして、除草を2回行なった。植付本数2,220本/10a。前作はダイズで、跡作はタマネギ、土質は粘質壤土である。栽培面積は76.0 m × 13.3 m = 1010.82 m<sup>2</sup>、この圃場を30区画に分割し、A・B・C・D・E・Fの順位を決定し、第1回の収量調査を9月28日に行ない、順次10月8日、10月18日、10月29日、11月10日、11月25日の6回行なった。

すなわち、各ブロック中において、各3.3 m<sup>2</sup>ずつ6カ所について、イモおよびツルを別々に調査し、その平均より、10アールあたりの収量を換算した。

### 2. サイレージの調製と消化試験

いっぽう、これらの時期に収穫したイモツルを、ドラムカンを実験サイロとして常法によって埋蔵し、でき上がったサイレージについて、2頭のヤギおよびウサギをもって同時に消化試験をおこなった。ただし11月25日のもののみ、11月23日に繰上げて埋蔵を行なった。

定量法その他はすべてすでに報告した方法に準じた<sup>8)</sup>。

## 実験結果 および 考察

### 1. サツマイモの生育に伴う養分の変化

上記6時期にサツマイモを収穫し、収量を調査し分析をおこなった結果はTable 1のようである。

生育段階の早い時期に乾物含量が高く、遅い時期にむしろ低かったのは、早い時期に降雨が少なく、かんばつ状態になり、後期には降雨が多かったための、天候の影響によるものと考えられる。

これから10アールあたりの養分収量を示せばTable 2のようで、乾物収量のもっとも高く

なったのは、10月29日で (425.5kg/10 ares) ある。

Table 1. Chemical Composition of Sweet Potato Vines at Different Stages.

Harvested date	Total yield (kg)	Dry matter (%)	Organic matter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	NFE (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	True protein (%)	Provitamin A (mg/100 g)
Sep. 28	1724.2	15.0	13.6	2.5	0.6	8.1	2.4	1.4	1.9	3.777
Oct. 8	1681.5	14.3	12.6	2.4	0.6	7.3	2.3	1.7	1.8	3.473
18	2633.6	12.8	11.1	2.0	0.5	6.7	1.9	1.7	1.6	2.108
29	3268.2	13.0	11.5	2.0	0.5	6.7	2.2	1.6	1.5	1.992
Nov. 10	2751.3	12.7	10.5	1.8	0.4	6.2	2.2	2.2	1.4	1.992
25	2276.1	12.3	10.7	2.0	0.4	6.2	2.1	1.6	1.5	1.597

Table 2. The Nutrient Yield of Sweet Potato vines

Harvested date	Dry matter (kg/10 ares)	Organic matter (kg/10 ares)	Crude protein (kg/10 ares)	Crude fat (kg/10 ares)	NFE (kg/10 ares)	Crude fiber (kg/10 ares)	Crude ash (kg/10 ares)	True protein (kg/10 ares)	Provitamin A (g/10 ares)
Sep. 28	258.1	234.1	43.4	10.2	139.1	41.4	24.0	32.9	65.1
Oct. 8	240.8	212.0	40.4	10.1	123.4	38.5	28.8	29.9	58.4
18	337.9	292.9	53.9	13.2	175.7	50.8	45.0	42.9	55.5
29	425.5	374.2	66.7	15.7	220.3	71.6	51.3	50.0	65.1
Nov. 10	348.9	289.4	48.4	11.3	170.0	59.7	59.4	39.1	46.6
25	279.5	243.5	45.7	9.1	140.4	48.3	36.0	34.8	36.4

Table 3. Chemical Composition of Sweet Potatoes

Harvested date	Total yield (kg/10 ares)	Dry matter (%)	Organic matter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	NFE (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)
Sep. 28	181.6	28.4	27.4	2.4	0.5	23.7	0.8	1.0
Oct. 8	363.6	24.6	23.6	2.3	0.3	20.3	0.7	1.0
18	606.9	25.5	24.6	2.1	0.4	21.5	0.7	0.9
29	625.2	25.6	24.6	2.5	0.2	21.3	0.6	1.0
Nov. 10	1150.5	24.1	23.1	2.5	0.3	19.8	0.6	1.0
25	1075.2	24.9	23.8	2.5	0.4	20.2	0.8	1.1

Table 4. The Nutrient Yield of Sweet Potatoes

Harvested date	Dry matter (kg/10 ares)	Organic matter (kg/10 ares)	Crude protein (kg/10 ares)	Crude fat (kg/10 ares)	NFE (kg/10 ares)	Crude fiber (kg/10 ares)	Crude ash (kg/10 ares)
Sep. 28	51.5	49.7	4.3	0.8	43.0	1.5	1.8
Oct. 8	89.4	85.7	8.5	0.9	73.8	2.4	3.8
18	154.9	149.4	12.7	2.1	130.2	4.2	5.5
29	155.1	149.2	14.9	1.5	129.1	3.7	5.9
Nov. 10	277.4	265.9	28.3	3.0	227.9	6.7	11.5
25	268.0	256.3	27.3	3.9	217.1	8.1	11.7

つぎにイモ（塊根）のほうの成分と収量についての調査結果は Table 3, 4 のようである。

これによると、イモの収量は11月10日が、もっとも収量が高く、各養分についても同様の傾向がみられる。ツルの最高収量期より10日くらい遅れているのは、ツルの養分がその間に塊根に移行してゆくためと思われる。10月29日より11月10日の間に、イモの有機物と可溶無窒素物は急に上昇することが知られる。

イモを主に考える場合は、11月上旬に収穫するのが望ましいという結果を示している。

なお、ツルとイモの両者を飼料に利用する場合を考えると、Table 5 のようになる。

Table 5 によると、イモおよびツルの総和は次第に増加し、11月10日に至って最高に達し、その後は減少する。粗タンパク質量は10月29日に最高に達している。

有機物や可溶無窒素物の増加は、10月18日までは急激に行なわれるが、それ以後比較的緩慢になるのは、もっぱら葉の養分が塊根に移動する変化が行なわれるためと思われる。いずれにしても、イモとツルの両者を飼料に利用する場合は、イモの収量が最大に達した時期に、養分の収量が最大に達するものと考えられる。

森本<sup>9)</sup>は沖縄100号（関東地方）を作付し、8月20日より11月17日の間に9回収穫して、その収量を調査しているが、その結果と多少の日時的ズレはあるがおおむね同様な傾向にあるものと認めることができる。

## 2. プロビタミンAの含量と収量

イモツルのプロビタミンAの含量と10アール当りの収量を示せば Table 5 のようである。

これによるとその含量は生育期がすすむにつれて次第に減ずる。収量については、9月下旬より少しずつ減り、10月下旬に至って、ツルの収量の増加によって、9月下旬のレベルに回復する。しかし11月に入って再び減ずるのである。

Table 5. Provitamin A Content and Yield of Sweet Potato Vines

Harvested date	Provitamin A (mcg/g of DM)	Yield (g/10 ares)
Sep. 28	252	65.12
Oct. 8	242	58.40
	18	55.52
	29	65.10
	Nov. 10	46.65
25	130	36.35

## 3. 各生育期につめこんだサイレージの品質とサイレージの消化率

上記調査の日時に刈りとり1日日乾して、細切して常法<sup>8)</sup>により無添加埋蔵した。ただし9月28日収穫のものは日乾しなかった。でき上がりサイレージは、Table 6 に示した日時に関きその品質を調査した。

この結果によると、pHはいずれの期に埋蔵したものも、3.5~4.0の間にあり、酪酸を含むことなく、理想的で、採点の結果はほとんど満点で、11月23日埋蔵のもののみが95点を示した（数値は各区とも上中下層の平均である）。

全窒素に対するアンモニア態窒素の含量比率はほとんど5%以内で、アミノ態窒素/アンモニア態窒素の値は、ほとんど2.5以上で、タンパク質の分解の少ないことを示した。したがって、調製上注意すべき点は、水分の調節を上手にして、なるべく漏汁による損失を少なくすること、被覆部表面の廃棄量を少なくするような工夫をすることである。なお土じょうに汚染しないようにすることも大切である<sup>6)</sup>。

なお、これらの評点は、pH-官能法<sup>10)</sup>による評点に近似していた。

Table 6. The Quality of the Resultant Silages of Sweet Potato Vines

Ensilaged date	Opened date	pH	Moisture (%)	Lactic acid (%)	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Total acid (%)	Nitrogen (mg/100 g)			(b)/(a) × 100	(c)/(b)	Score
								Total (a)	Ammoniac (b)	Amino (c)			
Sep. 29	Nov. 28	3.65	86.2	2.69	0.40	0	3.09	427	14.6	39.1	3.4	2.7	100
Oct. 9	Dec. 13	3.69	82.8	2.77	0.39	0	3.16	453	18.9	54.8	4.4	2.9	98
	19 Jan. 6	3.69	85.0	1.57	0.23	0	1.80	338	14.5	45.8	4.2	3.2	98
	30 24	3.69	85.0	2.75	0.37	0	3.12	370	19.3	42.3	5.1	2.2	100
Nov. 11	Feb. 5	3.87	82.0	2.32	0.41	0	2.77	387	21.3	54.3	5.4	2.5	97
	23 13	3.97	82.0	2.35	0.42	0	2.78	419	21.2	58.7	5.1	2.8	95

サイレージの消化率 2頭の去勢ヤギをつかって、サイレージを単一に給与し（1日1頭あたり2kgまたは3kg）、消化率を求めた結果は、Table 7のようで、また同時に2頭のウサギをもって（1日1頭あたり300gまたは400g給与）消化試験をおこなった結果はTable 8のようである。

Table 7. Digestibilities of the Sweet Potato Vine Silages (Goats)

Ensilaged date		Moisture (%)	Dry matter (%)	Organic matter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	NFE (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	True protein (%)
Sep. 29	Composition	84.7	15.3	13.3	2.5	0.6	7.4	2.8	2.0	1.2
	Digestibility		63	70	54	67	77	66		11
	Digestible nutrient		9.7	9.2	1.4	0.4	5.6	1.8		0.1
Oct. 9	Composition	83.6	16.4	14.2	2.8	0.6	8.1	2.8	2.2	1.6
	Digestibility		66	72	64	63	78	63		39
	Digestible nutrient		10.8	10.2	1.8	0.4	6.3	1.7		0.6
19	Composition	85.9	14.1	12.0	2.3	0.5	6.7	2.5	2.1	1.3
	Digestibility		64	70	68	68	75	60		70
	Digestible nutrient		9.0	8.4	1.6	0.3	5.0	1.5		0.9
30	Composition	84.4	15.6	13.1	2.6	0.7	7.2	2.7	2.5	1.7
	Digestibility		57	64	49	70	72	59		24
	Digestible nutrient		8.8	8.4	1.3	0.5	5.2	1.6		0.4
Nov. 11	Composition	84.9	15.1	12.6	2.4	0.5	7.2	2.5	2.6	1.4
	Digestibility		55	64	49	64	70	60		24
	Digestible nutrient		8.3	8.0	1.2	0.3	5.1	1.5		0.3
23	Composition	85.5	14.4	12.3	2.5	0.6	6.6	2.6	2.1	1.5
	Digestibility		60	65	60	65	71	55		37
	Digestible nutrient		8.7	8.1	1.5	0.4	4.7	1.4		0.5

Table 8. Digestibilities of the Sweet Potato Vine Silages (Rabbits)

Ensiled date	Dry matter (%)	Organic matter (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	NFE (%)	Crude fiber (%)	True protein (%)
Sep. 29	52	55	44	41	69	32	33
Oct. 9	62	65	61	41	76	45	35
19	68	71	69	54	80	52	66
30	61	64	55	51	74	49	36
Nov. 11	55	61	51	46	71	44	16

Table 7の結果によると、9月29日埋蔵サイレーズの有機物の消化率は70%、以下72%、70%、64%、64%、65%と日時的に順次変化している。10月20日以前に刈り取ったものは、それより以後に刈り取ってつめこんだものに比べて幾分消化率はよいようである。段階的に著しい差はないが、草類の一般的性質と傾向を一にするものと考えることができる。

この点からのみ論ずれば、でき上がるサイレーズの品質は、いずれも良質のものが得られるので、10月20日頃より前にツルを刈り取ってつめこめば、消化率は比較的高いサイレーズが得られることになる。

なお、ヤギとウサギによる消化率の比較では、成分によってもちがうが、10月9日までの埋蔵サイレーズは、ややウサギのほうが劣り、10月19日埋蔵のものは、両者同程度で、その後のサイレーズでも大差がない。

粗繊維の消化率は、いずれもウサギが、ヤギよりも低い結果を示している。

#### 4. イモヅルをサイレーズにした場合の養分収量

上記消化試験より、各期別のサイレーズについて、DCPとTDNとを計算すれば、Table 9のようで、それより各期における10アールあたりのDCPとTDNとの収量(サイレーズにした場合)をもとめれば、Table 10のようである。

Table 9. The Nutrient Content of Sweet Potato Vine Silage at Different Growth Stages

Ensiled date	DCP (%)	TDN (%)
Sep. 27	1.4 (8.9)	9.8 (63.8)
Oct. 9	1.8 (10.7)	10.7 (65.1)
19	1.6 (11.2)	8.9 (63.0)
30	1.3 (8.1)	9.1 (58.2)
Nov. 11	1.2 (7.7)	8.5 (56.0)
23	1.6 (10.5)	8.5 (59.0)

( ) Dry matter basis

Table 10. The Nutrient Yield of Sweet Potato Vine Silage at Different Growth Stages

Ensiled date	DCP			TDN		
	Yield (kg/10 ares)	Ratio	Yield (assumed no spoilage) (kg/10 ares)	Yield (kg/10 ares)	Ratio	Yield (assumed no spoilage) (kg/10 ares)
Sep. 27	22.0	1.00	22.2	150.5	1.00	159.2
Oct. 9	27.0	1.23	28.7	164.6	1.09	175.1
19	38.3	1.74	39.5	216.2	1.44	223.3
30	37.1	1.69	40.5	267.8	1.78	292.2
Nov. 11	29.1	1.32	31.3	212.7	1.41	228.9
23	33.2	1.50	34.3	184.7	1.23	190.9

Table 10 の結果によれば、DCP の収量は、10月下旬に刈って埋蔵すれば、もっとも高い収量の得られることが知られる。TDN についても同様である。すなわち、この両者を総合すれば、10月下旬刈りをして埋蔵すれば、養分がもっとも多く得られるということになる。

しかしてイモの収量は、11月10日頃が最大になるので、両面の利用をねらう場合は、11月上旬がもっとも適期ということになる。もっともこの実験での材料は、植付の時期が1週間程度遅れているので、これらのことを考慮して、10月末～11月初旬に刈りとして埋蔵するのが適期と思考される。

### 5. 埋蔵中のプロビタミン A の保存率

埋蔵材料およびでき上がったサイレージのプロビタミンAを定量し、さらに保存量を計算してみると、Table 11 のようである。

Table 11. The Content and Conservation of Provitamin A of the Sweet Potato Vine Silages

Ensilaged date	Fresh vines (mcg/g)			Ensilaged Provitamin A (g)	Silage (mcg/g)			Conserved provitamin A (g)	Conservation (%)
	Carotene	Crypto-xanthine	Provitamin A		Carotene	Crypto-xanthine	Provitamin A		
Sep. 27	37.3	0.5	37.8	4.91	31.7	0.5	32.2	3.99	81
Oct. 9	30.2	0.6	40.9	4.01	21.7	0.7	22.4	2.84	71
19	23.1	0.4	23.5	3.06	17.8	0.6	18.3	2.28	74
30	20.4	0.5	20.9	2.84	18.4	0.5	18.9	2.54	89
Nov. 11	15.3	0.4	15.8	2.21	11.8	0.5	12.2	1.68	76
23	14.4	0.3	14.7	0.85	9.4	0.4	9.7	0.55	65

サイレージは、サイロの上中下層の3部にわけて定量し、平均値を求めたものである。

この結果をみると、材料のプロビタミン含量は、生育段階の遅れるにしたがって、その含量を低下することは、一般の草類と同様である。したがって、でき上がりサイレージも時期別にこれを考えるときは、その含量は生育期が遅れるにしたがってその含量を低下する。

埋蔵中に失われるプロビタミンAの量は、総体的には11～35%の間にあり、生育期別には一定の傾向が認められないが、10月30日埋蔵のものが、その損失がもっとも低かった。この時期のサイレージのプロビタミンA保存率が、もっとも高かったことは、原因についてさらに研究を要するものと思料するが、この時期は埋蔵適期でもあるので、都合のよいことである。

この回収率は著者らがイタリアンライグラスで得た値とほぼ同じである<sup>11)</sup>。

## 要 約

7月2日植えつけのサツマイモについて、飼料的利用の角度から、ツルとイモの収量を9月28日から11月25日の間6回収穫してその成分と収量を調査するとともに、ツルのサイレージをそれぞれの収穫の時期につくり、その品質ならびに飼料養分を調査した。

1) イモツルによる養分の最大収穫期は、10月29日で、イモの最大収穫量の期日は11月10日であった。飼料としてツルとイモの両者を利用する場合は、10月末～11月初旬に収穫するのがよいことになる。

2) 収穫調査6期の材料で、イモツルサイレージを調製したが、でき上がりサイレージの品

質は、時期による差はほとんどなく、いずれも良質のものが得られた。

3) イモヅルサイレージのヤギによる消化率は、材料が10月中旬までのものが、下旬以降の材料からつくったサイレージに比較して少しく高かった。10月19日以前の3期のサイレージの有機物の消化率は70%程度で、10月30日以降の3期のサイレージの有機物の消化率は65%程度であった。

4) ヤギとウサギによるサイレージの消化率は、本実験の前半のサイレージでは、ヤギがウサギにまさる消化率を示したが、後半では、余り差がなかった。粗繊維の消化率は、いずれもウサギがヤギより低かった。

5) 10アールあたりの圃場から生産されるイモヅルサイレージを調製する場合 TDN の収量からみて、10月下旬に収穫するのがよく、イモの収量もあわせて考える場合は10月末～11月初めに収穫するのが適当と推察された。

6) イモヅルのプロビタミンA含量は、生育が進むにつれて、その含量は低下する。埋蔵中に失われるプロビタミンA量は、極端に遅い期の材料のものを除いては、11～25%程度であった。埋蔵期別による明確な差異は認められなかった。

実験上多大の厚意と便宜を与えられた島村教授ならびに赤松博士に感謝の意をあらわす。

#### 文 献

- 1) 片山外美雄：農事試験場報告，41，19～56（1916）
- 2) 須藤 浩：日畜会報，14，272～4（1942）
- 3) 須藤 浩：鹿大教研究紀要，3，99～106；5，140～151（1953）；7，170～176（1955）
- 4) 須藤 浩：岡大農学報，11，36（1958）；13，70～79（1959）
- 5) 須藤 浩・内田仙二：岡大農学報，15，60～62（1960）
- 6) 須藤 浩・内田仙二・清水仁英：岡大農学報，21，51～57（1963）
- 7) 須藤 浩：鹿大教研究紀要，6，191（1954）
- 8) 須藤 浩・内田仙二・三宅一憲：岡大農学報，40，25～33（1972）
- 9) 森本 宏：飼料としてのサツマイモ，53～4（1957）
- 10) 須藤 浩：サイレージの調製と利用法（第1版），131，154（1969），養賢堂・東京
- 11) 須藤 浩・内田仙二・坂本広司：岡大農学報，30，44（1967）



農学部学術報告41号正誤表

ページ (p)	行 (l)	誤 (Errata)	正 (Correct)
4	下より10行	in park	in part
10	上より3行	シクロヘキシミド 処理タバコ葉	シクロヘキシミド処理に よりタバコ葉
32	下から12行	12) 上林昭二・	12) 上村昭二・
61	14	investigation	investigations
66	1	Potata	Potato
67	10	Tabie	Table
98	14	$W_1$	$W_3 (= M_3g)$
98	15	$W_2$	$W_2 (= M_2g)$
98	16	$W_3$	$W_1 (= M_1g)$
98	eq. (2)	$M_2\ddot{u}_2$	$M_2\ddot{u}_2$
98	eq. (2)	$-K_2u_1-$	$-K_2u_1+$
98	eq. (9)	$\frac{aK_1}{M_1} \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ \dots & \dots \end{vmatrix}$	$\frac{K_1}{M_1} \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ \dots & \dots \end{vmatrix}$
99	eq. (11)		Omit the terms after the 2nd one.
99	eq. (16)		Omit the 2nd term.
99	2	$\Delta_2 = \frac{\Delta - \Delta_3}{\Delta}$	$\Delta_2 = \Delta + \Delta_3$
104	Ref. 4)	62~69	62~69(1972)
104	Ref. 13)	研究会発表会	研究発表会