

図4 太陽熱利用乾燥施設

貯蔵が出来るように工夫した方式がある。

アンモニア処理調製では、①長時間を必要とするガス状添加に替わり、流量調整器を用いて液状のまま2~3時間で添加する方式が開発された。②ビッグペールのラッピング方式の場合、梱包時に添加することが可能である。

以上のように、収穫・調製作業に用いられる機

械・施設の性能は、最近、コンピュータやセンサーの利用と新素材の利用により急速に向かっていますが、その分高価になりますから、高性能の内容を十分理解して、活用できる範囲の機械仕様で導入を図る必要があります。

投資額からみて飼料作物の種類を限定し、収穫・調製法を単純化することは望ましいことですが、天候対策や給与法などの関係で幾つかの作物、方法の組み合わせになる場合が多く、そこで、機械は利用効率を高めるために、汎用型の利用が考えられ、また機械の必要台数を減らし、かつ、作業時間を短縮することが出来る複合・同時作業工程作業機の導入も検討に値します。

## 青刈りヒエの サイレージ利用と飼料特性

東北農業試験場草地部

名久井 忠

### 1 はじめに

わが国におけるヒエ (Japanese millet) の歴史は古く、縄文時代から栽培され、飢饉におそれた時の救荒作物として、多くの人命を救ったと記されている。しかし、飽食の時代を迎えた1970年代以降、ヒ

表1 ヒエ栽培の基準(抜粋)

項目	技術内容	備考
品種選定	生育日数・草丈に留意し、土地に適するものを選ぶ	赤ヒエ、飛驒在来種等。
施肥 (kg/10a)	N:8, P:8, K:6	Nはひかえ目に。
播種量 (kg/10a)	散播: 1.5~2, 条播: 1.0~1.5	播種時期は5月中~下旬。
雑草防除 (kg/10a)	初期: MO粒剤 3, 中期: サターンS粒剤 3	初期除草剤は3.5葉以上、中期除草剤は7葉以上で使用。

(岩手農試)



写真① コーンハーベスタによるヒエの収穫作業

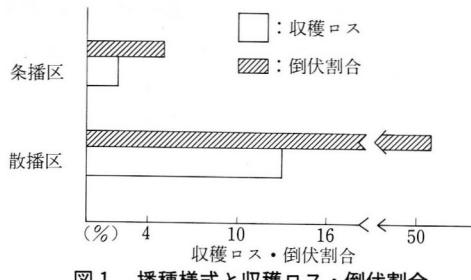


図1 播種様式と収穫ロス・倒伏割合

飼料用ヒエの飼料特性を述べてみたい。

## 2 栽培のポイント

ヒエを栽培する場合、品種の選定は生育日数・草丈等に留意し、その土地に適したものを選択することが大切である。また、ヒエは、トウモロコシに比べて、耐倒伏性が弱く、施肥、栽植密度に細心の注意を払わなければならない。表1は、岩手県で栽培する場合の基準である。倒伏を防ぐために、窒素の施用量を控えることがポイントであろう。

表2 ヒエサイレージの切断長・密度と発酵品質

項目	切断長	7 mm	16 mm	10 mm	無切断	無切断+プロピオン酸0.5%
サイレージの密度 (kg/m³)		533	463	502	141	148
p H		4.27	4.50	3.79	4.72	4.48
総 酸 (mmol%)		53.9	50.7	47.2	30.9	39.5
V F A (mmol%)		10.8	20.7	6.3	12.7	14.5
V F A のモル比	C <sub>2</sub>	84	60	97	29	30
	C <sub>3</sub>	6	16	1	4	39
	C <sub>4</sub>	7	22	1	50	24
	C <sub>5</sub>	3	2	1	17	7
V F A / T - A (%)		20.0	40.8	13.3	41.4	36.6
V B N / T - N (%)		6.6	14.4	4.7	12.3	7.0
水 分 (%)		77.2	76.8	75.3	74.0	74.6



写真② ロールベーラによるヒエの収穫作業

## 3 収穫・サイレージ調製

収穫作業は、コーンハーベスタで切断してサイロに詰込む場合と、モアで刈り倒した後ロールベーラで梱包する場合がある。コーンハーベスタ利用(写真1)は、土砂の混入を防ぐため、やや高目に刈るとよい。一方、ロールベーラ利用(写真2)の場合、刈取り時のウィンドローの厚さが一定になるようにすることがポイントである。

播種様式と倒伏・収穫ロスの関係を図1に示した。散播区に比べて条播区のロスが相対的に少ないことがおわかりいただけよう。なお、ロールベーラ利用の場合、約8%のロスがあり、コーンハーベスタ利用に比べて2倍近い値を示す。

サイレージの発酵品質は水分、切断長、詰込み密度、収穫時期等の要因に左右される。表2に切断長・密度と発酵品質の関係を示した。詰込み時の切断長が短く、密度が高いほどアンモニア態窒素(VBN)の生成が抑制され、酪酸が少ない良質サイレージが調製された。これらのこと

から、ヒエサイレージの切断長は10 mm程度がよく、ロールベーラ使用の場合には、プロピオン酸添加により品質を改善できることがわかった。

次に収穫時期と発酵品質の関係を図2に示した。乳熱期までの早刈りはアンモニア態窒素、酪酸が多く生成され、不良サイレージであったが、糊熟期以降には良質なものが調製された。

乾物回収率は、熟期が進むにつれて向

上し、糊熟期以降は90%台になつた。以上の事実は、早刈りよりも糊熟期以降に収穫した方が、良質で安定した発酵品質のサイレージが得られることを示唆している。

#### 4 飼料特性から見た収穫適期

ヒエの生育ステージと飼料成分組成、穂の割合、乾物率の関係を図3に示した。穂の割合は、乳熟期の11%から登熟につれて増加し、完熟期には25%に達した。乾物率は、出穂期が18%と少ないが、穂の割合が増加するとともに高まり、糊熟期には27~30%になった。セルロース、ヘミセルロース等の繊維成分は乳熟期をピークに登熟が進むにつれてやや減少の傾向を示している。一方、リグニンは登熟(老化)に伴って増加してゆく。

次にヒエサイレージの熟期別飼料特性(表3)を見ると、粗蛋白質は8~10%程度で大きな差はないが、デンプンが乳熟期の2%から完熟期には10%近くに増加している。一方、OCW(総繊維)は穂ばらみ期の68%から登熟に伴って減少し、完熟期には60%程度になる。

更に栄養価では、DCP含量が5~6%と熟期による差が小さい。TDN含量も乳熟期にやや低下するが、その他はほぼ50%前後の値で推移する。これは、子実が増加することによって、本来なら植物の老化に伴って低下する繊維の消化率をカバーした結果と推察されている。養分収量は、糊熟期が最も高かった。以上の結果、収穫適期は糊熟期と結論できよう。品種別養分収量を図4に示した。北東北では、「赤ヒエ」が安定的に高い収量を示すことが明らかになった。

#### 5 家畜の嗜好性・給与時のルーメン内性状

ヒエサイレージを日本短角種に单一給与した際の採食量を図5に示した。熟期の比較では、糊熟期が勝っており、1日当たり5.4kgの乾物を摂取し

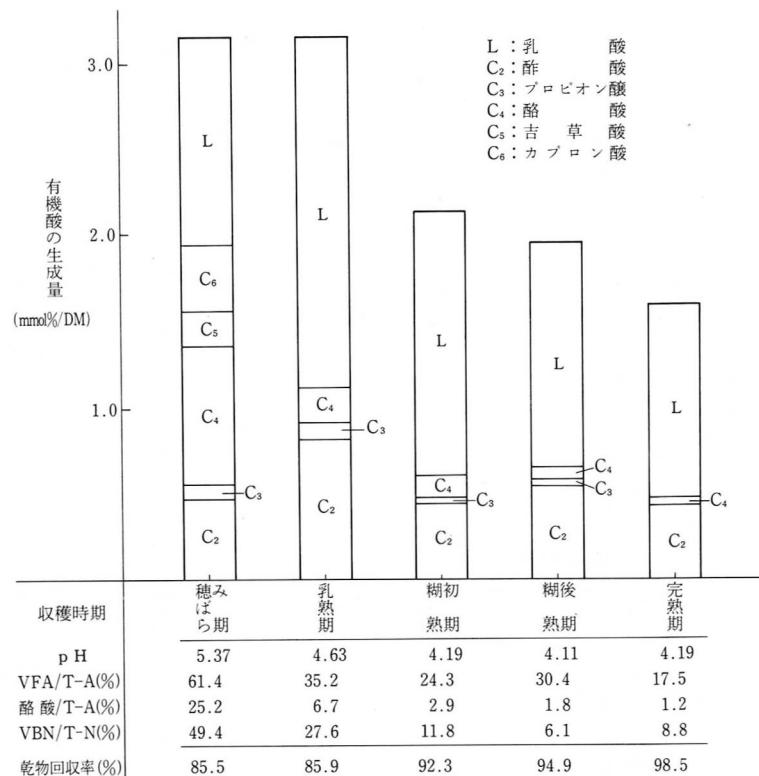


図2 収穫時期別サイレージの発酵品質と発酵品質と乾物回収率

表3 ヒエホールクロップサイレージの熟期別飼料価値

項目	熟期	穂みばら期	乳熟期	糊初熟期	糊後熟期	完熟期
飼料成分組成(%)						
水 分		84.8	81.8	76.3	72.4	63.2
粗 蛋 白 質	O C W	10.2	9.2	8.9	9.1	8.0
A D F	68.2	67.9	62.1	61.4	59.7	
デ ン プ ソン	44.1	45.2	40.3	37.7	37.1	
有 機 物	—	1.8	6.3	7.9	9.1	
86.3	86.7	88.2	90.0	88.9		
消化率(%)						
乾 物		52.3	46.6	49.9	51.1	51.2
蛋 蛋 白 質	A D F	56.5	56.7	61.4	64.8	60.8
56.5	52.4	49.0	43.5	42.5		
栄養価(%)						
D C P	T D N	5.2	4.9	5.5	6.0	4.9
49.1	45.8	49.4	50.9	50.3		
養分収量(kg/10a)						
D C P	T D N	47	45	60	66	46
443	418	541	561	477		

た。これは、体重の1.3%に相当する。ちなみに、トウモロコシサイレージを給与した場合、体重の1.8%程度摂取しており、ヒエサイレージはトウモロコシサイレージより摂取量が少ないと考えられる。しかし、摂取している時の状態は積極的に採

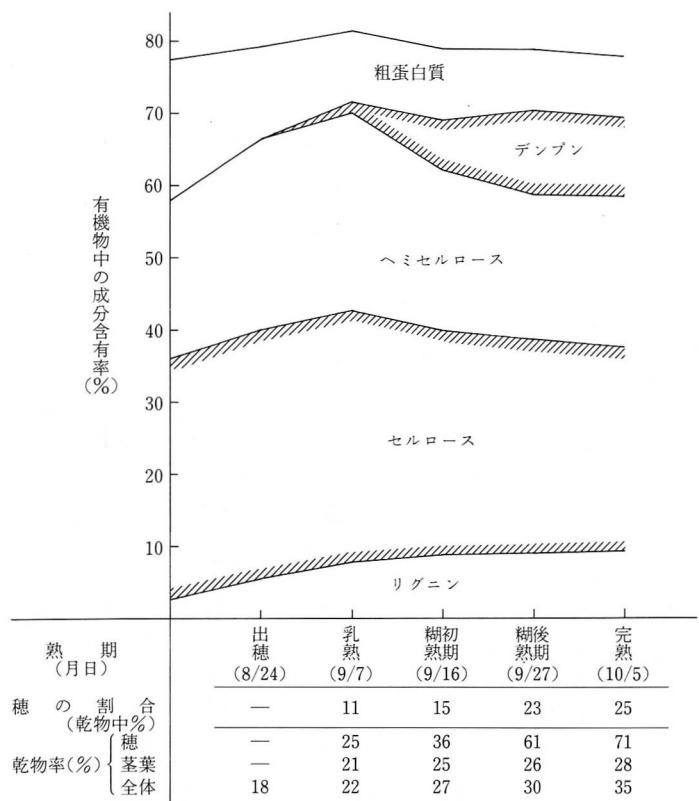


図3 ホールクロップの生育段階別飼料成分組成の経時変化（品種：「赤ヒエ」）

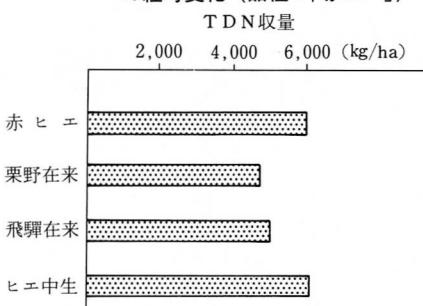


図4 T D N 収量の品種間比較(糊熟期)

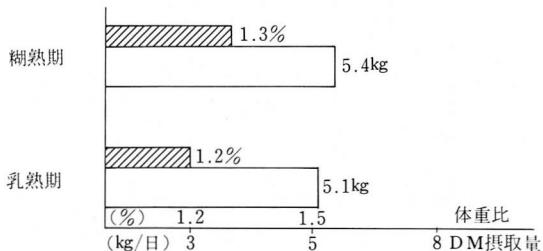


図5 単味給与した場合の乾物摂取量(日本短角種)

食していることから、良質な発酵品質であれば、嗜好性はかなり良いと思われる。

ヒエサイレージを給与した場合、ルーメンジュ

スの性状がどのようなものであるかを調査し、表4に示した。PHは6.8~7.0、VFAの構成は酢酸(C<sub>2</sub>)が63~65%と優位を占め、次いで酪酸(C<sub>4</sub>)が20~23%、プロピオン酸(C<sub>3</sub>)が8~11%であった。これらの構成比をMURPHYらが提唱している飼料成分と発酵パターンの関係から推測すると、ヒエサイレージは、セルロース主成分型のパターンと類似していることが推察された。

## 6 栄養価向上の試み

ヒエサイレージは、TDN含量が50%前後で、刈り遅れた牧草（開花～結実期）に近い栄養価であることが明らかになった。従って泌乳牛用の飼料としては、やや低いと考えられる。そこで栄養価を高める方法をいくつか検討した。表5に、高刈りの影響を示した。通常10~15cmで収穫すべきヒエを41cmで収穫することにより、サイレージの発酵品質が改善され、TDN含量も対照区の49%が55%に向上し、嗜好性も改善できることがわかった。しかし、養分収量はやや低下することも事実である。

次にアルカリ処理の効果を表6に示した。粗飼料をアンモニア、カセイソーダ(NaOH)等のアルカリで処理すると、繊維質の消化がよくなることは知られており、牧草類では実用化されている。ここではカセイソーダ4%処理による効果を検討した。ADF、セルロースの消化率が顕著に向上升し、その結果TDN含量も高まることが示されている。しかしながら、家畜の嗜好性は逆に低下していることが問題点である。これは添加量が多かったためと考えられ、更に検討の必要があろう。

表4 ヒエサイレージを単一給与した牛のルーメンジュースの性状

項目	乳熟期	糊熟期	ヒエサイ
p H	7.00	6.82	レージの粗
VFAの構成(mol%)			蛋白質は
C <sub>2</sub>	65	63	8%前後で、
C <sub>3</sub>	8	11	粗飼料とし
C <sub>4</sub>	23	20	ては低い。
C <sub>5</sub>	4	6	そこで尿
			素、アンモ

注) C<sub>2</sub>: 酢酸, C<sub>3</sub>: プロピオン酸  
C<sub>4</sub>: 酪酸, C<sub>5</sub>: 吉草酸

表5 割取り高さとサイレージの発酵品質、嗜好性

項目	処理		刈取り高さ	
			普通刈区 (12cm)	高刈区 (41cm)
草丈(cm)			199	199
穂部割合(%)			26.0	30.5
倒伏(%)			1.0	1.5
収穫ロス(%)			3.3	4.2
乾物収量(kg/10a)			972	843
TDN収量(kg/10a)			481	464
TDN含量(%)			49	55
サイレージの水分(%)			76.6	75.8
pH			4.28	4.35
総酸(mmol/l%)			40.8	39.8
VFA/T-A(%)			31.6	22.9
VFAの構成比				
酢酸			55	74
モルビオニ酸			19	7
% 酢酸			14	8
吉草酸			12	11
VBN/T-N(%)			8.8	7.7
嗜好性(g/日,頭)			1,110	1,210
同指數			(100)	(108)

表6 アルカリ処理と飼料価値

項目	処理		対照	アルカリ区*
消化率(%)				
乾物	51.2 <sup>a</sup>	69.5 <sup>b</sup>		
有機物	53.9 <sup>a</sup>	71.3 <sup>b</sup>		
粗蛋白質	60.8 <sup>a</sup>	43.1 <sup>b</sup>		
粗脂肪	78.5 <sup>a</sup>	57.7 <sup>b</sup>		
デンプン	99.0	99.0		
A D F	42.5 <sup>a</sup>	66.8 <sup>b</sup>		
セルロース	47.8 <sup>a</sup>	80.0 <sup>b</sup>		
飼料価値(%)				
T D N	50.3 <sup>a</sup>	56.7 <sup>b</sup>		
可消化デンプン	9.0	8.3		
可消化セルロース	14.3 <sup>a</sup>	22.1 <sup>b</sup>		
D C P	4.9 <sup>a</sup>	3.3 <sup>b</sup>		
嗜好性(g/日,頭)	831 <sup>a</sup>	460 <sup>b</sup>		

注)異なる符号間に有意差あり。

\* カセイソーダ4%区

\*\* 熟期は完熟期

ニア水、フェザーミールなどの窒素源を添加して粗蛋白質含量を高める試みを行なった結果、尿素を0.5%添加すると約4%, アンモニア水0.3%添加で約2%, フェザーミール1%添加で約3%の向上が期待できることがわかった。また、窒素の出納試験の結果、添加区はいずれも対照区より優れた値が得られており、窒素源の添加は有効と考えられる。しかし、添加する場合は、水分が70%程度かそれ以下が望ましく、75%以上の高水分原料では発酵品質が劣化するので好ましくない。

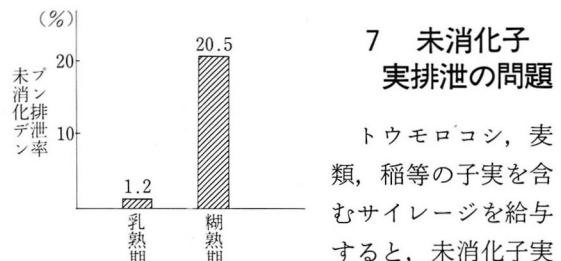


図6 ヒエサイレージ給与時の未消化デンプン排泄率(日本短角種)

## 7 未消化子実排泄の問題

トウモロコシ、麦類、稻等の子実を含むサイレージを給与すると、未消化子実が排泄されることはよく知られている。

ヒエサイレージにおいても例外でなく、図6に示すように、乳熟期には少ないものの糊熟期には20%近く排泄される。この値は、トウモロコシサイレージ(黄熟期)、稻サイレージの15~17%よりやや多いといえよう。その理由は、ヒエの穀粒がトウモロコシや穀に比べて小さく、牛の胃内で破碎され難いためと考えられている。従って、出来る限り子実を破碎する収穫方法によってサイレージを調製することを必掛けるべきであろう。では子実の排泄が多いから早刈りをすべきなのだろうか? 筆者は、そのような考えは支持しない。なぜなら、摂取した穀粒の80%は消化されているからである。また、サイレージの発酵品質を見ても、子実が混入している糊熟期が最も安定かつ良質であるからだ。

次に未消化で排泄される子実の発芽性はどうなのか? 多くの方が興味を抱いておられることだろう。筆者らが調査したところでは、発芽することが確かめられている。しかし、種子用子実に比べると、発芽力は明らかに劣っていた。これは、子実が破損を受けるため、相対的に発芽力が低下したものと考えられている。

## 8 おわりに

以上、ヒエサイレージの飼料特性について述べた。最も大切なことは、糊熟期に収穫することであります。適期収穫は、良質な発酵品質を保証し、家畜の嗜好性をよくする。ヒエサイレージは、肉牛用飼料として適しており、これを上手に活用することにより、低コスト生産を目指していただきたいと思う。