

史跡野草の粗飼料資源化への検討 ～『史跡の草で育った奈良の牛』への取り組み～

研究開発第二課 中井里香^{*}・古賀健志・松田浩典^{**}・倉田佳洋・森田幸喜・億 正樹^{*}

※現 奈良県畜産課

※※現 奈良県家畜保健衛生所

要 約

奈良県独自の粗飼料資源として、県内史跡である平城宮跡の野草が利用可能か否かの調査および飼料化に向けた条件設定を検討した。

平城宮跡野草の植生は、主にイネ科植物が多く占めており、飼料原料としては良好であったが、植生には偏りがあった。主に茎径の細いネズミムギをはじめとするイネ科植物が繁茂している場所と茎径の太いヨシが繁茂している2カ所を選定し、刈払機で除草後、小型ロールペーラーを用いて半日および1日予乾した野草に乳酸菌を添加しサイレージ調製した。茎径の細いイネ科植物は、嗜好性が良く飼料として利用可能であったが、茎径が太くかつ茎が中空であるヨシでは、密封する際に低密度となり、残存した空気によって二次発酵が起こり品質の悪い野草サイレージとなった。今後、飼料品質の向上のため細断により気密度を高める等の条件検討やコスト削減、作業の効率化のための大型機械の導入が必要だと考えられた。平城宮跡の野草は、イネ科植物が主で飼料原料としては良好であったことから、収穫・調製方法を改善することにより良質な粗飼料資源となる可能性が示唆された。

諸 言

奈良県にある平城宮跡は、特別史跡であり世界遺産にも登録されている。甲子園球場約30個分の広大な面積のある平城宮跡は、文化庁、国土交通省、奈良県文化財研究所、奈良県、奈良市の5つの機関がそれぞれ管轄しているエリアがあり、環境維持等のため、除草をはじめとする維持管理を行っている。文化庁に対する聞き取り調査によると、文化庁管轄エリアでは、年間除草総面積は約217haであり、多額のコストをかけて維持管理を行っていた。また、夏期は草の生育が早く、周辺住民から更なる除草要望がある点、除草した草をそのまま放置している場所では不審火が発生している等の問題点が挙げられていた。

畜産分野では、近年、飼料生産地の天候不順や不安定な為替相場等により飼料価格が大きく変動しており、そのため輸入飼料に頼る日本の畜産経営は非常に不安定である。影響緩和を図るため、国内では自給率向上を目指して様々な取組が行われている。当センターでは、未利用資源である河川敷野草に注目し、平成25年度より河川敷野草の飼料化に向けた試験を行っており、若干の知見を得たところであった¹²⁾。奈良県内には、平城宮跡のような平坦かつ広大な史跡が存在しており、維持管理のために除草した草が飼料として利用出来れば、環境維持費用の削減、飼料費の削減、飼料自給率の向上、そして現在挙げられている問題の解決につながると考えられる。

今回、文化庁管轄エリア内の植生が異なる2カ所において、野草サイレージを作製し、平城宮跡の野草が家畜の粗飼料資源として利用可能か否かの検討を行った。

材料及び方法

(1) 平城宮跡における植生調査

文化庁が管轄しているエリアにおいて、各植物群落を代表する箇所¹に 1 m²の方形枠（コドラート）を設置し、枠内全量を地際で刈り取り、草種および収量を調査した。

(2) 野草サイレージ調製法

平城宮跡内において、植生の異なる、茎径の太いイネ科植物であるヨシが繁茂する場所（以下、ヨシ区とする）と、ネズミムギ等の茎径の細いイネ科植物が繁茂する梅林（以下、梅林区とする）の 2カ所を選定し、表 1 のような作業体系により野草サイレージを調製した。

刈り取りまでの作業は、文化庁が除草等の維持管理業務を委託している会社が行った。なお、ヨシ区での除草は刈払い機で行い、梅林区での除草は大型除草機械を用いて行った。その後、半日および 1 日予乾した草を、当センターの小型ロールベラー（Yanmar YRBA7AD）を用いてロールベール調製し、ラッピングマシン（Takakita WM-500DE）を用いてラッピングを行った。

乳酸菌の添加は、ロールベラーの走行直前に材料草 1t あたり乳酸菌製剤（雪印種苗アクレモ酵素入り乳酸菌サイマスターAC）17g を水 2L に混合し、蓄圧式噴霧器により集草列に噴霧した（図 1）。

表 1 ヨシ区および梅林区での作業体系

<ヨシ区>				<梅林区>					
予乾期間		作業体系		予乾期間		作業体系			
H27年6月9日		H27年6月10日		H27年6月24日		H27年6月25日			
天候	曇り		晴れ	天候	晴れ		晴れ		
気温	24℃/18℃		24℃/18℃	気温	31℃/19℃		30℃/21℃		
AM		PM	AM	PM	AM		PM		
1日予乾	除草	⇒	集草・梱包 ラッピング		1日予乾	除草	⇒	集草・梱包 ラッピング	
半日予乾			除草 ⇨	集草・梱包 ラッピング	半日予乾			除草 ⇨	集草・梱包 ラッピング



ヨシ区での除草（手刈り）



梅林区での除草（大型機械使用）



集草



乳酸菌噴霧後に梱包



ラッピング

図 1 平城宮跡の野草を用いた、野草サイレージ作製作業

(3) 水分含有量

野草サイレージ作製時の野草、各 400g を、大型通風乾燥機で 60℃、24 時間乾燥後計量した。

(4) 一般成分、栄養価および発酵品質

約 3 ヶ月屋外保管した後に開封し、品質評価を行った。供試料の品質評価として、当センターで給与しているライグラスストローと比較調査した。

それぞれの野草サイレージから万遍なくサンプリングし、一般成分(粗タンパク質(CP)、粗脂肪(EE)、非セレイ性炭水化物(NFC)、粗灰分、可消化養分総量(TDN)、酸性デタージェントリグニン(ADL))および発酵品質(pH、乳酸、酪酸、酢酸、プロピオン酸)の項目について、飼料分析を行った。

(5) 嗜好性

供試牛は、当センターで飼養している黒毛和種繁殖雌牛 5 頭 (A、B、C、D、E) を用いた。ライグラスストロー、半日予乾区、1 日予乾区の 3 種類の供試飼料から任意の 2 飼料を取り出して組み合わせ、全ての組み合わせについて、それぞれ 1 日ずつ計 3 日間で一対比較法により実施した。試験は夕方の通常飼料給与前に、一定量 (0.5kg) の供試飼料を大きさの等しい左右のコンテナに入れ給与し、また、コンテナの置く位置による偏りが生じないように、10 分後に左右のコンテナの配置を入れ替えた。コンテナの底が見えた時点で、飼料を 0.5kg ずつ追加し、20 分間の原物採食量を測定した。得られた採食比率をもとに、表 2 に示した評価基準により、飼料間の嗜好性を 5 点法³⁾にて評価した。

表 2 5 点法による評価基準

試料A		試料B	
採食比率(%)	評点	採食比率(%)	評点
0~20	-2	80~100	+2
20~40	-1	60~80	+1
40~60	0	40~60	0
60~80	+1	20~40	-1
80~100	+2	0~20	-2

結 果

(1) 平城宮跡内の植生

平城宮跡内では、ヨシをはじめとする茎径の太いイネ科植物が優勢の場所(ヨシ区)と、茎径の細かいイネ科植物が優勢の場所(梅林区)が認められた。ヨシ区では、草丈が約 2m のヨシやススキ等のイネ科植物が約 77.2%、その他クズ等のマメ科植物、キク科植物が認められた。一方、梅林区では、草丈が約 50~60cm のネズミムギ等のイネ科植物が 69.7%、その他シロツメグサ等のマメ科植物が認められた。また、双方の場所で不食草として極少量のギシギシ、スギナが認められた(表 3)。

表3 ヨシ区および梅林区における植生の重量および出現比率（平均）

草種	ヨシ区 (平均)		梅林区 (平均)	
	重量 (g)	出現比率 (%)	重量 (g)	出現比率 (%)
イネ科草	11,585	77.2	4,064	69.7
マメ科草	705	4.7	1,522	26.1
キク科草	2,191	14.6	52	0.9
不食草等	495	3.3	163	2.8
計	14,976	100.0	5,801	100.0

(2) 水分含有量

ヨシ区で野草サイレージを作製した際、除草時の水分含有量は74.0%であり、梅林区での除草時の水分含有量は64.3%と、植物によって10%程水分に差が認められた。また、ヨシ区では天候の影響もあり、半日予乾での梱包時水分は48.0%、1日予乾での梱包時水分は52.5%と予乾時間による水分含有量の差は4.5%であった。一方で、晴天時に作業を行えた梅林区では、半日予乾で43.5%、1日予乾で10.5%であった(表4)。

表4 ヨシ区および梅林区での除草時・梱包時水分含有量 (%)

除草時	ヨシ区 (ヨシ主体)		梅林区 (細かいイネ科植物主体)		
	梱包時		除草時	梱包時	
	半日予乾	1日予乾		半日予乾	1日予乾
	74.0	48.0	64.3	43.5	10.5

(3) 野草サイレージの一般成分、栄養価および発酵品質

野草サイレージのTDNは、ライグラスストローの55.8%と比較して、46.8~52.4%と低い傾向であった。また、野草サイレージのCPは6.9~8.3%と高い傾向であった。

発酵品質は、ヨシ区で作製した野草サイレージは、半日予乾でpH4.3、1日予乾でpH4.8と双方ともにpHは低く発酵が進んでいた。梅林区で作製した野草サイレージは、半日予乾ではpH4.3と低下していたが1日予乾ではpH5.5と高く、発酵が進んでいなかった(表5)。

表5 一般成分、栄養価および発酵品質

試料	刈り取り場所	予乾日数	飼料成分					栄養価	発酵品質					
			粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	NFC (%)	粗灰分 (%)	ADL (%)		TDN (%)	pH (%)	アミノ酸態窒素 (%)	酪酸 (%)	乳酸 (%)	酢酸 (%)
ライグラスストロー	-	-	6.1	1.9	17.5	5.8	5.3	55.8	-	-	-	-	-	-
野草サイレージ (ヨシ主体)	ヨシ	半日	8.3	2.1	14.8	9.6	9.6	46.8	4.3	0.05	0.00	3.06	0.40	0.00
		1日	8.2	2.4	18.4	8.0	7.1	52.4	4.8	0.08	0.10	2.10	1.30	0.03
野草サイレージ (細かいイネ科植物主体)	梅林	半日	7.1	2.5	16.1	6.2	7.8	51.7	4.3	0.06	0.00	5.45	0.41	0.00
		1日	6.9	1.7	20.8	6.0	7.5	52.4	5.5	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01

(4) 嗜好性

ヨシ区で作製した野草サイレージとライグラスストローの嗜好性の比較では、ライグラスストローの評点が最も高く、ヨシ区の嗜好性は劣っていた。一方、梅林区で作製した野草サイレージとライグラスストローの嗜好性の比較では、梅林区の方がライグラスストローより評点が高かった（表6）。

表6 5点法による嗜好性の比較

	ライグラス ストロー	ヨシ区		ライグラス ストロー	梅林区		
		半日予乾	1日予乾		半日予乾	1日予乾	
供試牛A	+3	-3	0	供試牛A	-1	0	+1
供試牛B	+1	-2	+1	供試牛B	0	+1	-1
供試牛C	-3	+1	+2	供試牛C	-4	+1	+3
供試牛D	+3	0	-3	供試牛D	0	-2	+2
供試牛E	+3	-3	0	供試牛E	+1	-3	+2
	+7	-7	0		-4	-3	+7

(5) 収量

本試験では、ヨシ区においては、約4アールの面積でロール40個を作製出来、約600~800kgの収量が得られた。一方、梅林区においては、約30アールの面積でロール40個を作製出来、約600~800kgの収量が得られた。なお、ロール1個あたりの重量は約15~20kgであった。

考 察

平城宮跡内の野草は、牛が好むヨシやススキ等のイネ科植物が大半を占めており、飼料原料としては良好だと考えられた。しかし、同じイネ科植物であっても、茎径の太いヨシが群生している場所、茎径の細いネズミムギ等が群生している場所など、場所によって優位の植物が異なっていた。そこで、本試験では、異なる2カ所（ヨシ区、梅林区）を選定し、野草サイレージを作製した。

作製した野草サイレージの一般成分は、リグニン(ADL)値が高いが、他項目についてはライグラスストローとほぼ同等であった。また、栄養価は、ライグラスストローと比較すると、TDNが46.8~52.4%と若干低いものの、繁殖牛の養分要求量を満たしており、粗飼料として利用可能だと考えられた。

ヨシ区で作製した野草サイレージの発酵品質は、半日予乾ではpH4.3、1日予乾ではpH4.8と双方共にpHは低く発酵していたものの、カビが認められ、不快酸臭やカビ臭がして品質が悪く、飼料としては不適であった。基本的に、サイレージ化することによって作物を貯蔵するためには、まず嫌気条件にして好気性微生物の活性を抑え、次にその嫌気条件下における酪酸菌のような望ましくない微生物の活性を乳酸発酵の促進によって抑えることが重要となる⁴⁾。そして、嫌気条件が得られる効率は、材料草の圧縮程度および被覆の有効性に左右されると言われている⁴⁾。また、材料草の間隙に残る空気を排除して気密度を増加させることは発酵品質を改善する要因となり⁵⁾、特に材料草の細切は気密度を増加させる効果を持つと言われている⁶⁾。

今回、ヨシ区でのサイレージ調製時に、除草機械が故障したために刈払機での除草となり、切断長は約80cm以上と長くなった。ヨシは、草丈が約2mと高く、茎径が太い植物であり、かつ茎は中空になっているため、ロールの中心部に空気の層が生じ、梱包密度が低下した。梱包密度の低下により、ペー

ル内部に空気が多く残存していたために、好気性の微生物、特にかびが多く発生し、品質が悪化したと考えられた。

一方、梅林区で作製した野草サイレージの発酵品質は、半日予乾で pH4.3 と乳酸発酵していたものの、1日予乾では pH5.5 と乳酸発酵が進んでいなかった。1日予乾では、梱包時の野草が 10.5% と低水分であったために発酵しなかったと考えられた。しかし、双方共に、ヨシ区に認められたようなカビはなく、品質は良好であった。その理由としては、梅林区では、除草機械による刈り取りが行えたため、切断長が短く、また、茎径の細いイネ科植物であったことから、気密性が高く空気層の少ないロールベールとなったために、保存性が優れたものになったと考えられた。

さらに、梅林区の野草サイレージの嗜好性はライグラスストローと比較して高い傾向であり、飼料として十分利用可能だと考えられた。梅林区とは対照的に、ヨシ区の野草サイレージは品質が悪かったため、嗜好性もライグラスストローに劣っており、本試験においては飼料として不適だと考えられた。

しかしながら、収量実測値より、1ha あたり約 2.6t 収量可能な梅林区と比較して、ヨシ区では 1ha あたり約 20t 収量可能だと推測でき、ヨシでは収穫量が圧倒的に多いと考えられる。

河川敷や耕作放棄地に自生しているヨシは、収量が確保できる事もあり、大学や研究機関において飼料化が試みられている⁷⁸⁾。ヨシサイレージを作製する場合、汎用型飼料収穫機の利用が有効で、乳用牛の粗飼料として利用可能という報告もある⁸⁾。

本試験でのサイレージ調製では、ヨシ区は飼料として不適であったものの、飼料原料としては牛が好む植物であるため利用出来る可能性が大きいと考えられる。そのため、ヨシを良好な粗飼料にするためにはサイレージ調製方法の改善が必要である。また、平城宮跡にはヨシが繁茂している場所も多く存在しているため、飼料化が可能となれば収穫量もあることから自給率の向上にもつながると考えられた。

以上のことより、史跡野草の飼料化に向けては、留意および改善すべき点が 2 点あると考える。

1 点目は、カビ発生の抑制である。カビを抑制するポイントは、空気（酸素）の遮断であり、嫌気性を確保し、乳酸発酵を促進させ pH を低下させることによりカビを抑制することが出来、二次発酵の抑制につながる。サイレージ調製時における空気の遮断対策としては、原料草の細断やラップフィルムの穴の補修等が挙げられる。今回のヨシ区のように、原料草の切断長が長すぎると気密度が低下し低品質となるため、適切な細断長にしてベール内の気密度を高め、密封することが重要だと考えられる。

2 点目は、植生や場所に応じたサイレージ調製が必要となるという点である。

本試験では、小型ロールベラーを用いて作業を実施したが、茎径の細い植物では、今回の手法でも良好な飼料が作製できたものの、ヨシのような茎径が太い植物をロールにした際は、小型ロールベラーでは圧縮が弱く、頻繁に草詰まりを起こすなど調製が困難でもあった。今後、大型のロールベラー等の機械を導入し、茎径が太く、茎が中空である植物に対しては、細断し気密度を高める等の条件を検討する必要がある。また、広大な敷地面積をもつ平城宮跡内では、小型機械だと非効率的だと考えられた。平城宮跡は、大型機械が進入出来る広い場所であるため、大型機械を利用することで、コスト的にも効率的にサイレージ調製が可能だと考えられる。しかし、中には狭い場所もあるため、その場合は小型機械を利用する等、集草場所に見合った体制も検討しなければならない。

このように植生や土地に見合った収穫・調製方法を改善することで、史跡の野草は有用な粗飼料資源となる可能性が高いと示唆された。

奈良県内には、平城宮跡のような史跡が多数存在しており、景観・環境維持のために除草作業等の維持管理は常に行われている。今後、史跡野草を飼料化できる体制を構築し、奈良県独自の粗飼料資源と

して有効活用出来るように、更なる検討を行っていききたい。

謝 辞

試験の実施にあたりご協力頂きました文化庁 文化財部記念物課、奈良文化財研究所および日東カストディアル・サービス株式会社の関係職員の方々に深謝致します。

参考文献

- 1) **中井里香**ら：河川敷野草の飼料化への試み 第1報
- 2) **中井里香**ら：河川敷野草の飼料化への試み 第2報
- 3) **渡辺晴彦**：黒毛和種が示す嗜好性と消化性による飼料用ソルガムの品質評価に関する研究．長野県畜産試験場研究報告，28：19-36．2000．
- 4) **Peter McDonald** et.al：The Biochemistry of Silage. Second Edition. Chalcombe Publications, Marlow. 340p. (1991)
- 5) **大山嘉信**ら：サイレージ発酵に影響する諸要因に関する研究 IX. 踏圧処理が発酵に及ぼす影響の解析 日畜会報 41 557-562(1970)
- 6) **須藤 浩**：サイレージに関する最近の研究 日畜会報 38：233-244. (1967)
- 7) **石田元彦**ら：アクレモ酵素と乳酸菌混合剤添加がヨシサイレージの発酵品質と化学成分組成に及ぼす影響 日本草地学会誌 58巻 134 2012.8.25
- 8) **高橋達夫**ら：汎用型飼料収穫機 YWH1500 を活用した未利用資源（自生ヨシ）の収穫・調製及び飼料利用技術の開発 長野県下伊那農業改良普及センター