

## 熟期, 収穫法及び混合給与飼料中のでんぷん含量がえん麦サイレージの繊維成分の消化率に及ぼす影響

秋田 勉・森 登

### 要 約

えん麦の熟期, 収穫法及び混合給与飼料中のでんぷん含量がえん麦サイレージの繊維成分の消化率に及ぼす影響を綿羊を使って検討した。

- 1 出穂期及び糊熟初期にフレール型フォレージハーベスタ(切断長 $7.5 \pm 4.1$  cm)で収穫したサイレージの酸性デタージェント繊維, 細胞壁の有機物部分及び細胞壁の低消化性の繊維分画消化率はコーンハーベスタ(切断長を1.3 cmに設定)収穫より高かった。
- 2 サイレージに圧片とうもろこしを加えた飼料の繊維成分消化率は出穂期のコーンハーベスタ収穫では飼料中のでんぷん含量が28%まで大きく影響しなかったが, 糊熟初期ではコーンハーベスタ及びフレール型フォレージハーベスタ収穫で14%以上になると大きく低下した。

### Effects of Growth Stage, Harvesting and Starch Content of Feedstuffs on Fibrous Digestibility of Oat Silage

Tutomu AKITA and Noboru MORI

### Summary

These experiments were conducted to evaluate the effects of growth stage, harvesting and starch content of feedstuffs on fibrous digestibility of Oat silage in sheep.

- (1) The digestibilities of acid detergent fibre, organic cell wall, and fibrous fractions which have lower digestibility in cell wall of Oat silage, ensiled in the heading stage and early dough stage were higher for flail type forage harvester (chopped length  $7.5 \pm 4.1$  cm) than for corn harvester (chopped length 1.3 cm).
- (2) The digestibilities of fibre in feedstuffs with rolled corn added to oat silage were not affected to 28% starch content for corn harvester in heading stage, but showed larger depression at more than 14% starch content for corn harvester and flail type forage harvester in the early dough stage.

キーワード: えん麦サイレージ, 熟期, 収穫法, でんぷん含量, 繊維成分消化率

### 緒 言

えん麦は大麦, ライ麦とともに冬期の飼料作物として広く栽培され, 利用は主に乾草, ホールクロップサイレージである。えん麦については熟期別サイレージの飼料成分及び発酵品質を検討した鎌田ら<sup>6, 7)</sup>, 岩崎ら<sup>4)</sup>の報告がある。今回, えん麦の熟期, サイレージ調製時の収穫法及び給与飼料中のでんぷん含量がえん麦サイレージの繊維成分の消化率に及ぼす影響の検討を行なった。

### 材料及び方法

#### 1 供試材料

1991年10月31日, 試験圃場15aにえん麦「アーリークイーン」を播種した。施肥量(kg/10a)はオガクズ牛ふん堆肥を4t, 基肥はN-7, P-7, K-7, 追肥(3月9日)はN-4, K-4を施用した。出穂期及び糊熟初期にコーンハーベスタ(切断長を1.3 cmに設定)及びフレール型フォレージハーベスタ(切断長 $7.5 \pm 4.1$  cm)で収穫し, 200ℓ容のドラム缶サイロに貯蔵した。

#### 2 試験方法

##### (1) 試験1

飼料はえん麦の出穂期及び糊熟初期にコーンハーベスタ及びフレール型フォレージハーベスタで収穫したサイレージを用いた。消化試験は去勢綿羊12頭を用い, 1試験区は綿羊4頭とし, 予備期間7日間, 本試験期間7

表1 えん麦サイレーズ、大豆粕、圧片とうもろこしの飼料成分含量

(乾物中%)

熟期	収穫法	DM	粗蛋白質	粗脂肪	ADF	ADL	OCW	Ob	OM	OCC	Oa	でんぷん
出穂	C	16.1	9.1	3.4	39.0	3.8	63.8	44.4	90.6	26.9	19.4	0.0
	F	16.5	8.8	3.1	40.8	3.9	66.7	47.1	89.2	22.6	19.6	0.0
糊熟初	C	24.5	6.5	4.2	35.9	4.3	60.4	51.0	92.6	32.8	9.4	4.2
	F	23.6	6.8	4.4	36.7	4.4	57.3	48.9	92.0	36.2	10.0	3.7
大豆粕		89.5	52.8	1.9	6.1	0.7	16.5	10.8	93.3	76.7	5.7	3.3
圧片とうもろこし		87.6	9.4	3.7	3.3	0.8	9.9	8.3	98.8	88.9	1.6	76.0

C: コーンハーベスタ収穫 F: フレール型フォレーズハーベスタ収穫

日間で、飲水、固型塩の摂取は自由とした。飼料の給与は朝10時の一回とした。給与量は綿羊のNRC飼養標準(1980年版)<sup>10)</sup>に従い、体重の1.5%(乾物)を与えた。給与飼料中の粗蛋白質(以下CPという)含量は大豆粕を添加し、12%にした。ふんは全ふんを毎日採取し、毛等を除去後秤量して、60℃で24時間乾燥した。乾燥したふんは秤量後粉碎し、分析に供した。

## (2) 試験2

飼料は試験1で用いたサイレーズに大豆粕、圧片とうもろこしを添加した。給与飼料全体の乾物中でんぷん含量はコーンハーベスタ収穫の出穂期が0%、13%、21%、28%、糊熟初期が4%、7%、15%、23%、フレール型フォレーズハーベスタ収穫の出穂期が0%、13%、20%、糊熟初期が4%、14%、21%になるように圧片とうもろこしを添加した。消化試験は1試験区に綿羊4頭を用いた。飼養方法、試験方法は試験1と同様に行った。給与飼料中のCP含量は大豆粕を添加し、12%にした。試験に用いたえん麦サイレーズ、大豆粕、圧片とうもろこしの飼料成分含量を表1に、えん麦サイレーズの発酵品質を表2に、給与飼料の構成割合を表3に示した。

## 4 分析項目

給与飼料及びふんの一般飼料成分の分析は常法、サイレーズの乳酸は日立製高速液体クロマトグラフ(カラムはGelpack GL-C610H)で、低級脂肪酸は島津製ガス

表2 えん麦サイレーズの発酵品質(現物中%)

熟期	収穫法	pH	乳酸	酢酸	酪酸	総酸	フリーク 評点	VBN/ T-N
出穂	C	4.24	1.15	0.47	0.09	1.63	81	9.9
	F	4.26	0.47	0.73	0.01	1.21	88	8.6
糊熟初	C	3.96	2.23	0.11	0.03	2.64	95	6.7
	F	3.72	2.21	0.38	0.01	2.60	90	8.7

VBN/T-N: 揮発性塩基態窒素/全窒素

ロマトグラフ(キャピラリーカラムはHR-20M)により測定した。サイレーズの水分(100℃, 18時間乾燥法)、有機物(以下OMという)、酸性デタージェント繊維(以下ADFという)、酸性デタージェント繊維リグニン(以下ADLという)、細胞壁の有機物部分(以下OCWという)、細胞内容物質の有機物部分(以下OCCという)、細胞壁の高消化性繊維分画(以下Oaという)、細胞壁の低消化性繊維分画(以下Obという)は阿部らの方法<sup>11)</sup>、でんぷんは過塩素酸で抽出し、グルコースオキシダーゼ比色の方法<sup>12)</sup>により測定した。

## 結 果

## 1 試験1

表4に異なる熟期と収穫法でのえん麦サイレーズの成分消化率及び可消化養分総量(以下TDNという)含量

表3 給与飼料の構成割合(乾物%)

熟期	収穫法	でんぷん量	えん麦サイレーズ	大豆粕	圧片とうもろこし
出穂	C	0	94	6	—
		13	77	6	17
		21	66	7	27
		28	57	7	36
糊熟初	F	0	94	6	—
		13	77	6	17
		20	67	7	26
		4	90	10	—
糊熟初	C	7	85	12	3
		15	74	12	14
		23	62	12	26
		4	88	12	—
糊熟初	F	14	76	11	13
		21	66	10	24

表4 熟期、収穫法別えん麦サイレージの消化率

(%)

熟期	収穫法	採食量	DM	粗蛋白質	粗脂肪	ADF	OCW	Ob	OM	OCC	Oa	TDN
出穂	C	13.8	67.8	64.1	66.4	66.6	63.9	50.8	69.3	82.5	95.3	65.7
	F	13.3	65.9	61.9	67.2	70.0	66.0	56.0	69.1	79.0	93.8	67.3
糊熟初	C	19.0	60.9	56.3	80.6	52.6	49.2	43.1	62.2	86.8	87.9	62.6
	F	14.1	68.5	64.5	81.2	62.9	57.8	54.1	70.4	90.3	88.6	72.4

採食量：平均DM量 g/日・体重 kg

を示した。

出穂期にフレール型フォレージハーベスタで収穫したサイレージの粗脂肪、ADF、OCW及びObの消化率はコーンハーベスタ収穫より高かったが、乾物（以下DMという）、CP、OCC及びOaの消化率はコーンハーベスタ収穫が高かった。

糊熟初期にフレール型フォレージハーベスタで収穫したサイレージの消化率はコーンハーベスタ収穫よりADFでは10.3%、OCWでは約9%、Obでは11%高かった。

一方、熟期からみたADF、OCW及びOaの消化率は収穫法に関係なく出穂期が糊熟初期より高かった。

## 2 試験2

えん麦サイレージに圧片とうもろこしを添加した時の採食量、繊維成分消化率を表5に示した。

出穂期のコーンハーベスタ収穫ではDM消化率はでんぶん含量が増えるに伴って高くなったが、でんぶん含量21%~28%では有意な差は認められなかった。ADF

及びOCW消化率はでんぶん含量が21%まで増えるに伴って僅かに低下した。Ob及びOa消化率は一定の傾向が認められなかった。TDNはでんぶん含量の増えるに伴って高くなった。

出穂期のフレール型フォレージハーベスタ収穫ではDM消化率はコーンハーベスタ収穫同様ででんぶん含量の増えるに伴って高くなり、試験区間に有意な差が認められた。ADF及びOCW消化率はでんぶん含量が増えるに伴って約1%高くなったが、Ob及びOa消化率は一定の傾向が認められなかった。TDNはでんぶん含量の増えるに伴って高くなった。

一方、糊熟初期のコーンハーベスタ収穫ではDM消化率はでんぶん含量が増えるに伴って高くなったが、有意な差は認められなかった。ADF、OCW、Ob及びOa消化率はでんぶん含量が増えるに伴って低下し、でんぶん含量23%区では各々45.5%、43.1%、39.0%、65.0%で最も低くなった。TDNはでんぶん含量の増えるに

表5 給与飼料全体の消化率

(%)

熟期	収穫法	でんぶん量	採食量	DM	ADF	OCW	Ob	Oa	TDN
出穂	C	0	13.8	69.5 <sup>a</sup>	66.9	64.5	51.6	93.6	67.4 <sup>a</sup>
		13	16.7	72.9 <sup>b</sup>	66.4	63.7	52.3	90.3 <sup>a</sup>	72.2 <sup>b</sup>
		21	17.0	75.0 <sup>b,c</sup>	65.0	62.5	51.0	90.0 <sup>a</sup>	74.7 <sup>b</sup>
		28	17.1	75.8 <sup>c</sup>	66.2	62.8	48.6	97.0 <sup>b</sup>	75.6 <sup>b,c</sup>
	F	0	13.3	67.7 <sup>a</sup>	70.3	66.5	56.6	92.0	66.1 <sup>a</sup>
		13	14.0	72.4 <sup>b</sup>	70.6	66.3	56.9	91.4	71.1 <sup>b</sup>
		20	14.4	76.5 <sup>c</sup>	71.3	67.4	56.4	92.4	75.8 <sup>c</sup>
		28	14.4	76.5 <sup>c</sup>	71.3	67.4	56.4	92.4	75.8 <sup>c</sup>
糊熟初	C	4	19.0	64.3	53.5 <sup>a</sup>	50.6	44.4	82.6 <sup>a</sup>	65.3
		7	14.9	65.2	52.1 <sup>a</sup>	49.1	43.8	74.3 <sup>a</sup>	65.7
		15	15.0	66.2	50.0 <sup>b</sup>	48.4	44.1	71.5 <sup>b</sup>	66.8
		23	15.1	66.9	45.5 <sup>b</sup>	43.1	39.0	65.0 <sup>b</sup>	67.9
	F	4	14.1	72.1	63.9 <sup>a</sup>	59.7 <sup>a</sup>	55.7 <sup>a</sup>	80.2 <sup>a</sup>	72.9
		14	15.0	73.7	55.5 <sup>b</sup>	55.1 <sup>a,b</sup>	45.3 <sup>b</sup>	88.2 <sup>b</sup>	74.7
		21	15.9	73.2	51.6 <sup>b</sup>	50.0 <sup>b</sup>	38.2 <sup>c</sup>	91.0 <sup>b</sup>	74.5
		28	15.9	73.2	51.6 <sup>b</sup>	50.0 <sup>b</sup>	38.2 <sup>c</sup>	91.0 <sup>b</sup>	74.5

採食量：平均DM量 g/日・体重 kg。同じ処理区で5%水準で異符号間に有意差あり。

伴って高くなったが、有意な差は認められなかった。

糊熟初期のフレール型フォレージハーベスタ収穫ではDM消化率はでんぷん含量が増えると僅かに高くなった。ADF消化率はでんぷん含量が増えるに伴って低くなったが、でんぷん含量14%区とでんぷん含量21%区の間には有意な差は認められなかった。OCW及びOb消化率はでんぷん含量が増えるに伴って大きく低下した。特にOb消化率は試験区の間には有意な差が認められた。Oa消化率はでんぷん含量が増えるに伴って高くなった。

収穫法からみた繊維成分消化率はフレール型フォレージハーベスタがコーンハーベスタより高い傾向を示した。

### 考 察

えん麦サイレーズの消化率は出穂期が糊熟初期より高かった。一般に植物の生育が進むにつれて細胞膜構成物質である難消化性のセルロース、ヘミセルロース、リグニン含量が増加すると消化率が低下することは知られており、特にリグニン含量が増加するにつれてOCWの消化率が低下する。このリグニンと多糖類のエステル結合により、細胞壁の多糖類を微生物の攻撃から保護していることが明らかにされている。これが、繊維成分消化率の低下に関係しており、オーチャードグラス乾草では細胞壁中(以下CWという)リグニン含量が1%増加するとCWの消化率が4.8%低下することが報告<sup>10)</sup>されている。本試験で用いたえん麦サイレーズのOCW中リグニン含量の割合は出穂期で約6%、糊熟初期では約7%であり、糊熟初期のOCW消化率が大きく低下する傾向が上記の報告と同様に示された。また、収穫法ではフレール型フォレージハーベスタで収穫したサイレーズのADF等繊維成分の消化率はコーンハーベスタ刈のサイレーズより高い傾向を示した。名久井ら<sup>9)</sup>及び出岡ら<sup>2)</sup>はサイレーズの切断長は短いほど消化管内通過速度が増し、第一胃内微生物による発酵、分解を受ける時間が短縮されるため、消化率が低下することを報告しているが、本試験でも同様の傾向が示された。

圧片とうもろこしを加えた給与飼料全体の消化率はコーンハーベスタ収穫の出穂期ではObの消化率がでんぷん含量28%区で大きく低下した。でんぷん含量28%区でOaの消化率が高くなった理由については不明である。糊熟初期では繊維成分の消化率は給与飼料中ででんぷん含量の増えるに伴って大きく低下し、でんぷん含量が15%以上になるとその下げ幅は約5%になった。

このようにでんぷん等の易発酵性炭水化物の給与によって繊維成分の消化率が低下することについて、小川ら<sup>12)</sup>は綿羊を用いた試験で大麦を多給した時の乾草の

各成分の消化率の低下が第一胃内繊維素分解菌の増殖に必要な栄養素の不足とpH等第一胃内環境の変化に伴う繊維素分解能の低下に起因していることを指摘、繊維成分の消化率低下に伴って、他の成分消化率も抑制されるとしている。また、篠田ら<sup>13)</sup>は乳牛での配合飼料の摂取量の増加はADF及びNDFの消化率低下を起こすとしており、HuhtanenとJaakkola<sup>3)</sup>は雄牛を用い粗飼料に対して濃厚飼料の混合割合を多くするとCW等繊維成分の消化率低下が起こるとしているなど、でんぷん添加による飼料の繊維成分消化率の低下については多くの報告<sup>5, 8)</sup>があるが、本試験の結果でも同様の傾向が示された。

既報<sup>1)</sup>で指摘したように飼料中での多量の易発酵性炭水化物の存在は繊維成分の消化率を低下させるので適正な量にすることが必要である

一方、フレール型フォレージハーベスタ収穫の出穂期ではでんぷん含量20%区までは繊維成分の消化率に大きく影響しなかったが、糊熟初期ではでんぷん含量14%区及び21%区でADF、OCW及びObの消化率が大きく低下した。

寺田ら<sup>15)</sup>はコーンスターチ添加による消化率の抑制程度は粗蛋白質含量が低く、OCW等の繊維含量が多いものほど、また、消化速度の遅いものほど消化率が抑制される傾向にあったことを示しているが、本試験の結果も同様な傾向が示された。サイレーズのCP含量は糊熟初期が出穂期に比して低く、またOb及びADL含量は糊熟初期が出穂期に比して高くなっており、このことが糊熟初期の繊維成分消化率に影響したものと推察される。

繊維成分の消化率から見た給与飼料中ででんぷん含量は出穂期では収穫法に関係なく20%、糊熟初期ではコーンハーベスタ収穫同様フレール型フォレージハーベスタ収穫でもでんぷん含量14%程度で繊維成分の消化率が大きく低下していることから、適正なでんぷん含量は14%以下と考えられた。

### 引用文献

- (1) 秋田 勉・森 登(1993): ソルガムサイレーズの繊維成分消化率に及ぼす熟期、収穫法及びでんぷん含量の影響: 兵庫中央農技研報(畜産) 29, 51-54
- (2) 出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘・原 悟志(1985): トウモロコシサイレーズの切断長がめん羊と乳牛による消化率に及ぼす影響: 新得畜試研報 14, 15-20
- (3) Huhtanen, P and S. Jaakkola (1993): The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on digestion of cell wall carbohydrates

- and rumen digesta pool size in cattle : *Grass and Forage Science* 48, 155-165
- (4) 岩崎薫・名久井忠・早川政市・玉田信政(1978) : えん麦の品種・刈取時期とホールクロップサイレージの飼料価値について : *日草誌* 23(4), 348-355
- (5) Kajikawa H., Y. Nagasaki, M. Amari and A. Abe(1991) : The effect of dietary starch levels on microbial population and cell wall digestion in the rumen : *Anim Sci Technol (Jpn)* 63(3), 286-294
- (6) 鎌田隆義・佐野 豊・月森幸雄(1981) : 各種飼料作物のサイレージ化にともなう不揮発性有機酸の消長 : *島根畜試研報* 17, 42-46
- (7) 鎌田隆義・佐野 豊・月森幸雄(1981) : 麦類の生育段階別, サイロ型式別サイレージ調製試験 : *島根畜試研報* 17, 47-57
- (8) Mertens D. R and J. R. Loften(1980) : The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro : *J Dairy sci.* 63, 1437-1446
- (9) 名久井忠・岩崎 薫・早川正市(1982) : トウモロコシホールクロップサイレージの切断長が乳牛の消化率に及ぼす影響 : *日草誌* 27(4), 428-432
- (10) 農林水産省畜産試験場(1981) : 新しい飼料分析法とその応用 畜試資料 No.56-1
- (11) 農林水産省畜産試験場(1988) : 畜産試験場研究資料 第2号 別刷, 1-64
- (12) 小川キミエ・押尾秀一・田畑一良(1985) : 粗飼料と濃厚飼料の給与割合が緬羊の消化率に及ぼす影響 : *草地試研報* 32, 27-33
- (13) 篠田 満・岩崎 薫・阿部 亮(1985) : 乳牛において配合飼料給与量を増した場合の飼料の消化率およびTDN含量への影響 : *日畜会報* 56(10), 769-773
- (14) 須藤 浩(1982) : 羊のNRC飼養標準とその応用(2) : *畜産の研究* 36(4), 534-538
- (15) 寺田文典・田野良衛・岩崎和雄・針生程吉・伊藤稔・阿部啓之(1990) : 山羊における消化率の相加性に及ぼす濃厚飼料給与の影響 : *畜試研報* 50, 33-40