

いね科牧草サイレージの化学的品質と消化率に及ぼす窒素施肥水準と生育時期の影響

坂 東 健[†] 齋 野 保[†]

INFLUENCE OF LEVEL OF NITROGEN FERTILIZATION AND STAGE OF MATURITY ON CHEMICAL QUALITY AND DIGESTIBILITY OF GRASS SILAGES

Takeshi BANDŌ & Tamotsu TOBINO

いね科1番牧草を供試し、窒素施肥量と原料草の生育時期の違いが無添加ダイレクトカットサイレージの品質と消化率に及ぼす影響について検討した。

その結果、窒素多肥および若刈りにより、原料草が高水分、高蛋白質であったが、サイレージの品質は必ずしも低下しなかった。また、サイレージの乾物、粗蛋白質、粗繊維およびNFEの消化率と採食量は若刈りにより著しく向上し、窒素多肥により粗蛋白質の消化率が向上した。

I 緒 言

従来、牧草サイレージの調製においては原料草を予乾し、いわゆる適水分とすることが奨励されている。しかし、フォーレージハーベスターによるダイレクトカット方式の場合には、高水分無添加でも良質サイレージの調製が可能であることが報告²⁾されており、経済的、省力的大量調製法として当地方に広く普及してきている。

しかしながら近年、多収を目的として草地に対する施肥量が増加しており、また粗飼料の飼料価値を高めるために牧草の若刈りが奨励されている。したがって、サイレージの原料草がさらに高水分、高蛋白質となり、同時に可溶性炭水化物含量が低下し、これらのことがサイレージの品質に影響することが考えられる。

一般に、高水分、高蛋白質および低可溶性炭水化物含量の原料草を用いると、品質の悪いサイレージができやすいとされてきた。しかし、一方では、原料草の粗蛋白質含量が高いこと自体は、必

然的に低品質と結びつくものではないことが報告¹⁾されている。また、原料草の高水分条件は微生物の生育にきわめて好適であり、可溶性炭水化物含量が高い場合には良質サイレージが調製されることが明らかにされている。しかし、同時に、その含量が低く、粗蛋白質含量が高い場合でも低品質のものができない場合があるという報告¹³⁾もある。したがって、施肥特に窒素多肥と若刈りによる原料草の成分組成の違いがサイレージの品質に及ぼす影響については十分明らかではない。

また、草地酪農地帯の牧草サイレージを主体とした乳牛飼養形態²⁾においてはサイレージの飼料価値が直接乳牛の生産反応に影響する。したがって、サイレージの飼料価値向上を目的として行なわれた数多くの研究報告がある。しかしながら、窒素多肥とサイレージの飼料価値との関係について検討した報告は比較的少ない。

したがって、本試験では窒素施肥量と原料草の生育時期の違いが、牧草サイレージの化学的品質と消化率に及ぼす影響について検討したので、その結果を報告する。

[†] 根釧農業試験場

本稿を草するにあたり、根釧農業試験場松村宏場長には懇切なご指導と、本稿の校閲を賜わり、畜農科蒔田秀夫、小倉紀美、吉田悟諸研究職員、青木正一元研究職員に、本試験の遂行に多大の協力を頂いた、記して深甚の謝意を表する。

II 試験方法

1. 供試牧草とサイレージの調製方法

チモシーとオーチャードグラスそれぞれの単播、およびこの2草種を主体とした混播の1番牧草を供試した。

施肥量と刈取時における原料草の生育時期は、Table 1に示すとおりである。

Table 1 Treatments of nitrogen fertilization and stage of maturity

Forage species	Treatment		Date of Cutting
	Stage of maturity	Level of b) nitrogen fertilization (kg/10a)	
Timothy	Booting	15.0 7.5	June 19, 1968
	Full heading	15.0 7.5	July 5,
Orchard grass	Early heading	10.0 5.0	June 13,
	Full blooming	10.0 5.0	June 29,
Mixture	Booting	15.0 7.5	June 18,
	Full heading	15.0 7.5	July 6,

a) Harvested from the mixture grassland composed of timothy and orchard grass.

b) N, P₂O₅ (8kg/10a) and K₂O (10kg/10a) was applied as ammonium sulphate, superphosphate and potassium chloride, respectively on May 3, 1968.

施肥量は、草地の集約利用と自給肥料の併用とを考慮して、10a当たり窒素7.5kg(オーチャードグラスのみ5.0kg)の標準窒素区(以下文中標Nと略記する)と窒素倍量区(以下倍Nと略記する)の2水準とした。

刈取時の生育時期は、当地方における1番草の若刈りと適期刈りとを想定して、それぞれ穂ばらみ期(オーチャードグラスのみ出穂始、以下文中若刈

りと略記する)と出穂前期(オーチャードグラスのみ開花始、以下適期刈りと略記する)の2時期とした。

牧草の収穫は、ダイレクトカット方式でカッターバーアタッチメント付きハーベスターによって行なったが、チモシーと混播牧草の適期刈りでは倒伏していたため、フレイル型ハーベスターを使用した。

供試サイロは排汁口付きであり、その規模はチモシーでφ0.92×1.50m、その他ではφ0.56×0.88mであった。各処理とも無添加で詰め込み、全面をビニールで被覆したのち300kg/m²の加重をした。サイロの開封は消化試験の日程にしたがい、またはその期間内に順次おこない、品質や取出し量について調査した。

2. めん羊による消化試験

チモシーサイレージには去勢雄めん羊3頭、オーチャードグラスサイレージには別の1頭を用い、それぞれ9月13日から11月8日、10月26日から12月22日まで、予備期7日間、採糞尿期7日間の全糞尿採取法によって行なった。サイレージは飽食量を給与し、飲水と食塩は自由摂取とした。

なお、両草種のサイレージとも、若刈り倍N、標N、適期刈り標N、倍Nの順序で実施した。またオーチャードグラス若刈り標Nの消化率は、サイレージ給与中に、めん羊が下痢症状を示したので集計より除外し、混播牧草サイレージでは消化試験を実施しなかった。

3. 試験の分析法

原料草については、採草後速かに乾燥器中90~100°Cで30分間処理したのち、70°Cで1昼夜乾燥し、粉碎して分析に供した。一般成分は常法、可溶性炭水化物はアンスロン法¹⁾に従った。サイレージの乳酸は比色法²⁾、揮発酸はガスクロマトグラフ法³⁾により定量し、その合計量を総酸とした。サイレージの粗蛋白質と水溶性窒素は、それぞれ新鮮物ならびにその抽出液を用いて定量した。

なお、サイレージの試料を乾燥する過程で揮散するVFA量を測定して乾物率を補正した。補正値はサイレージの消化率、乾物摂取日量、取出し乾物量などに適用した。

Table 2 Crude protein and water soluble carbohydrate content of forages ensiled

Forage species	Stage of maturity	Level of N	Percentage of fresh material			Percentage of dry matter			c) WSC/C. prot.
			Moisture	C. prot. a)	W. S. C. b)	C. prot.	W. S. C.		
Timothy	Booting	15.0	83.1	3.3	1.8	19.3	10.5	0.54	
		7.5	82.3	2.7	1.7	15.4	9.8	0.64	
	Full heading	15.0	80.9	2.7	1.7	14.1	8.8	0.62	
		7.5	79.1	2.3	1.9	10.8	9.1	0.84	
Orchard grass	Early heading	10.0	83.6	2.8	1.7	17.0	10.2	0.60	
		5.0	81.9	2.4	2.1	13.3	11.6	0.87	
	Full blooming	10.0	79.8	2.8	1.3	13.8	6.4	0.46	
		5.0	78.5	2.2	1.7	10.0	7.8	0.78	
Mixture	Booting	15.0	82.5	2.3	1.8	18.1	10.1	0.56	
		7.5	81.4	2.9	2.1	15.4	11.5	0.78	
	Full heading	15.0	80.1	2.5	2.0	12.7	9.8	0.77	
		7.5	78.2	2.3	2.5	10.7	11.3	1.08	
Average	Nitrogen	10.0 or 15.0	81.7	2.9	1.7	15.8	9.3	0.59	
		5.0 or 7.5	80.2	2.5	2.0	12.6	10.2	0.83	
	Boot. or early head. Full head. or full bloom.		82.5 79.4	2.9 2.5	1.9 1.9	16.4 12.0	10.6 8.9	0.66 0.76	

- a) Crude protein
- b) Water soluble carbohydrate
- c) Ratio of water soluble carbohydrate to crude protein

III 試験結果

1. 原料草の粗蛋白質および可溶性炭水化物含量

Table 2 に示すとおり、原料草の水分、粗蛋白質含量は各草種とも倍Nと若刈りとの、それぞれ増加した。原物中の可溶性炭水化物含量（以下文中WSCと略記する）は若刈りと適期刈りとは顕著な差異がなく、倍Nと標Nとでは、チモシーで同程度の含量であり、その他の草種では倍Nの方が低い含量を示した。また、WSC含量と粗蛋白質含量との比は、1例を除くと、いずれも0.5以上の値を示した。

2. サイレージの化学的品質

Table 3 に示すとおり、チモシーと混播牧草の場合は各処理とも、pH が低く酸組成が良好で、VBNの割合も低く、良質なサイレージであった。オーチャードグラスの場合は、若刈り標Nの品質が不良であった。しかし、若刈り倍Nの酸組成は良好で、適期刈りと同様に良質サイレージで

あった。

また、全窒素に対するVBNの比率は、全般的に低く、若刈りと倍Nとで増加しなかった。しかし、水溶性窒素の比率は若刈りで高い値を示した。

3. 詰込み量と取出し量

チモシーサイレージについてのみ調査した。その結果は、Table 4 に示すとおりである。サイレージの原物回収率は、seepageの割合が少ない標Nと適期刈りとの、それぞれ高い値を示した。spoilageの割合は各処理とも僅少であった。

サイレージの乾物回収率は、若刈りと適期刈りの間に差異がなく、倍Nが標Nに比較してわずかに高い傾向を示した。これは、Table 5 から明らかかなように、埋蔵中における詰込み草の乾物率の減少程度の差異によるものである。しかし、これらの差異は僅少であり、各処理とも回収率は良好であった。

4. 原料草とサイレージの飼料成分

Table 5 に示すとおり、倍Nの原料草は標Nに

Table 3 Average chemical quality of silages

Forage species	Stage of maturity	Level of N	pH	Acid (%) ^{a)}						b) Mark	c) VBN/T-N (%)	d) WTN/T-N (%)
				Total	Lactic	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅			
Timothy	Booting	15.0	3.97	2.08	1.87	0.21	0	0	0	100	5.7	62.6
		7.5	4.17	2.05	1.56	0.43	0.06			88	9.5	62.7
Timothy	Full heading	15.0	3.89	2.41	2.02	0.39	0	0	0	100	9.7	52.7
		7.5	3.89	1.89	1.55	0.34	0	0	0	95	7.7	47.0
Orchard grass	Early heading	10.0	4.24	2.24	1.37	0.63	0.24	0	0	80	8.5	57.2
		5.0	4.78	1.50	0.34	0.27	0.11	0.78	0	20	17.9	68.6
Orchard grass	Full blooming	10.0	3.83	1.84	1.48	0.29	0.02	0.05	0	80	5.5	49.4
		5.0	3.85	1.96	1.63	0.30	0	0.03	0	85	4.7	46.9
Mixture	Booting	15.0	3.82	2.86	2.39	0.30	0.03	0.14	0	85	6.3	57.4
		7.5	4.01	2.23	1.56	0.37	0.06	0.24	0	73	8.4	57.6
Mixture	Full heading	15.0	3.74	2.34	1.90	0.41	0.01	0.02	0	90	8.7	47.6
		7.5	3.75	2.22	1.83	0.38	0	0.01	0	90	6.9	44.6
Average	Nitrogen	10.0 or 15.0	3.92	2.30	1.84	0.37	0.05	0.04	0	89	7.4	54.5
		5.0 or 7.5	4.08	1.98	1.41	0.35	0.04	0.18	0	75	9.2	54.6
	Boot. or early head.	4.17	2.16	1.52	0.37	0.08	0.19	0	74	9.4	61.0	
	Full head. or full bloom.	3.83	2.11	1.74	0.34	0.01	0.02	0	90	7.2	48.0	

a) Percentage of fresh matter

b) Estimated by FLEBO's standard based on the molecular ratio of organic acid

c) Ratio of volatile basic N to total N

d) Ratio of water soluble total N to total N

Table 4 Final distribution of ensiled fresh material and dry matter

Forage species	Stage of maturity	Level of N	Dry matter of fresh materials (kg)	Percentage of ensiled fresh material				Percentage of ensiled dry matter			
				Spoilage	Seepage	Silage	Undeter- mines	Spoilage	Seepage	a) Undeter- Silage	Undeter- mines
Timothy	Booting	15.0	69.3	0.3	9.9	88.8	1.0	0.3	3.5	87.6	8.6
		7.5	72.6	0.7	7.1	90.4	1.8	0.7	2.2	83.9	13.2
Timothy	Full heading	15.0	68.8	0.6	5.8	91.9	1.7	0.4	1.6	86.3	11.7
		7.5	71.1	2.8	0.9	94.4	1.9	2.5	0.1	83.3	14.1

a) Calculated by using VFA-corrected dry matter value

比較して、水分と粗蛋白質含量が高く、NFE含量が低く、その他の成分は同程度の含量であった。若刈りでは適期刈りに比較して、水分、粗蛋白質および粗脂肪含量が高く、粗繊維含量が低く、その他の成分は同程度の含量であった。

また、原料草と比較して、サイレージでは水分と粗脂肪含量が増加し、NFE含量が減少していた。その程度は草種により生育期間と施肥水準間とで若干異なる傾向を示した。

5. サイレージの消化率

Table 6 に示すとおり、チモシーサイレージの倍Nでは、標Nに比較して粗蛋白質の消化率が両生育時期とも有意に向上した。また、適期刈り倍Nの乾物消化率は、同標Nに比較して有意に増加した。しかし、その差は僅少であり、その他の組成の消化率には差異が認められなかった。また、若刈りでは適期刈りに比較して、乾物、粗蛋白質、粗繊維およびNFEの消化率が著しく高い

Table 5 Chemical composition of forages and silages

Forage species	Stage of maturity	Level of N	Sample	Percentage of fresh material								Percentage of dry matter				
				Mois.	DM	a) Corrected DM		Prot.	Fat	Fiber	NFE	Ash	Prot.	Fat	Fiber	NFE
Timothy	Booting	15.0	at Ensiled	83.1	16.9	—	3.3	0.8	4.1	7.4	1.3	19.3	4.5	24.1	44.7	7.4
			at Fed	83.6	16.4	16.6	3.5	1.0	4.4	6.3	1.2	21.6	5.8	27.1	38.2	7.3
	7.5	at Ensiled	82.3	17.7	—	2.7	0.7	4.5	8.5	1.3	15.4	4.2	25.3	47.6	7.5	
		at Fed	84.2	15.8	16.2	2.7	0.9	4.8	6.0	1.4	17.1	5.5	30.2	38.2	9.0	
Full heading	15.0	at Ensiled	80.9	19.1	—	2.7	0.6	5.9	8.5	1.4	14.1	3.3	30.9	44.5	7.2	
		at Fed	82.0	18.0	18.3	2.7	0.8	5.8	7.3	1.4	14.8	4.5	32.4	40.4	7.9	
7.5	at Ensiled	79.1	20.9	—	2.3	0.7	4.9	10.5	1.5	10.8	3.2	28.4	50.2	7.4		
	at Fed	81.5	18.5	18.7	2.3	0.8	6.5	7.4	1.5	12.6	4.3	34.9	40.2	8.0		
Orchard grass	Early heading	10.0	at Ensiled	83.6	16.4	—	2.8	0.8	4.5	7.0	1.3	17.0	4.7	27.6	42.6	8.1
			at Fed	84.8	15.2	16.0	2.9	1.0	4.3	5.6	1.4	19.2	6.5	28.2	36.8	9.3
	5.0	at Ensiled	81.9	18.1	—	2.4	0.8	5.0	8.3	1.6	13.3	4.2	27.5	46.0	9.0	
		at Fed	85.0	15.0	15.9	2.5	0.8	4.8	5.2	1.7	16.7	5.6	32.0	34.3	11.4	
Full blooming	10.0	at Ensiled	79.8	20.2	—	2.8	0.9	6.3	8.4	1.8	13.8	4.4	31.3	41.7	8.8	
		at Fed	80.6	19.4	19.6	2.9	0.9	6.1	7.6	1.9	15.1	4.5	31.2	39.2	10.0	
5.0	at Ensiled	78.5	21.5	—	2.2	0.9	6.6	9.9	1.9	10.0	4.2	30.8	46.0	9.0		
	at Fed	79.0	21.0	21.2	2.4	1.0	6.8	8.6	2.2	11.3	4.8	32.5	41.1	10.3		
Mixture	Booting	15.0	at Ensiled	82.5	17.5	—	3.2	0.7	4.6	7.6	1.4	18.1	4.2	26.0	43.6	8.1
			at Fed	82.8	17.2	17.6	3.3	0.9	5.1	6.6	1.3	19.0	5.4	29.4	38.9	7.3
	7.5	at Ensiled	81.4	18.6	—	2.9	0.7	5.0	8.7	1.3	15.4	3.6	26.9	47.1	7.0	
		at Fed	82.4	17.6	18.2	3.1	0.7	5.3	7.2	1.3	17.4	4.0	30.1	41.3	7.2	
Full heading	15.0	at Ensiled	80.1	19.9	—	2.5	0.6	6.1	9.2	1.5	12.7	3.1	30.5	46.2	7.5	
		at Fed	81.0	19.0	19.4	2.6	0.8	6.4	7.6	1.6	13.5	4.2	33.7	40.2	8.4	
7.5	at Ensiled	78.2	21.8	—	2.3	0.7	6.7	10.6	1.5	10.7	3.3	30.8	48.4	6.8		
	at Fed	78.9	21.1	21.4	2.5	0.9	7.1	8.9	1.7	11.7	4.3	33.8	42.1	8.1		
Average	Nitrogen 10.0 or 15.0 or 5.0 or 7.5	at Ensiled at Fed	at Ensiled	81.7	18.3	—	2.9	0.7	5.2	8.1	1.4	15.8	4.0	28.4	43.9	7.9
			at Fed	82.5	17.5	17.9	3.0	0.9	5.3	6.8	1.5	17.2	5.2	30.3	38.9	8.4
			at Ensiled	80.2	19.8	—	2.5	0.8	5.6	9.4	1.5	12.6	3.8	28.3	47.5	7.8
			at Fed	81.8	18.2	18.6	2.6	0.9	5.9	7.1	1.7	14.5	4.8	32.3	39.3	9.1
Boot. or early head. Full head. or full bloom	at Ensiled at Fed	at Ensiled	82.5	17.5	—	2.9	0.7	4.6	7.9	1.4	16.4	4.2	26.2	45.3	7.9	
		at Fed	83.8	16.2	16.8	3.0	0.9	4.8	6.1	1.4	18.5	5.5	29.5	37.9	8.6	
		at Ensiled	79.4	20.6	—	2.5	0.7	6.3	9.5	1.6	12.0	3.6	30.5	46.1	7.8	
		at Fed	80.5	19.5	19.8	2.6	0.9	6.5	7.8	1.7	13.2	4.4	33.1	40.5	8.8	

a) VFA-corrected DM

が、粗脂肪では差異が認められなかった。オーチャードグラスも、これらの結果とはほぼ同様の傾向を示した。

その結果、サイレージのTDN含有率は、若刈りで著しく向上し、倍Nでは標Nに比較して同程度または若干向上した。また、DCP含有率は若刈りと倍Nとで、それぞれ著しく向上した。

消化試験におけるめん羊の乾物、TDNおよびDCP摂取日量はTable 7に示すとおりである。

乾物とTDN摂取日量は若刈りで明らかに多く、窒素多肥の影響は認められなかった。また、DCP摂取日量は若刈りと倍Nとで、それぞれ増加した。

消化試験において調査しためん羊の窒素出納はTable 8に示すとおりである。各処理とも尿中への排泄が摂取量の67.9~78.8%の範囲にあり、既往の報告⁶⁾よりもかなり高い割合であった。その結果、摂取量の多い若刈りでは両施肥水準とも窒

Table 6 Apparent digestibility and digestible nutrients of silages

Forage species	Stage of maturity	Level of N	Sheep No.	b) Digestion coefficient (%)						Percentage of DM		Percentage a) of corrected DM	
				DM	Corrected DM	Prot	Fat	Fiber	NFE	TDN	DCP	TDN	DCP
Timothy	Booting	15.0	1	69.7	70.1	75.9	60.4	76.3	68.7	72.0	16.7	74.3	16.3
			2	70.6	70.6	76.8	60.9	79.4	68.9				
			3	72.0	72.0	78.6	61.2	80.0	69.7				
			Ave.	70.6 a	70.9 a	77.1 a	60.8	77.6 a	69.1 a				
	7.5	1	66.2	67.0	70.4	56.1	76.3	62.8	68.3	12.5	72.2	12.2	
		2	68.1	70.0	72.5	64.7	75.3	65.2					
		3	70.7	71.4	76.1	64.8	80.9	66.1					
		Ave.	68.3 a	69.5 a	73.0 b	61.9	77.5 a	64.7 a					
	Full heading	15.0	1	60.0	60.7	64.9	60.9	70.8	53.9	62.5	10.0	65.0	10.0
			2	61.6	62.3	65.5	61.9	73.2	55.9				
			3	64.0	64.6	71.7	71.0	74.2	56.5				
			Ave.	61.9 b	62.5 b	67.4 c	64.6	72.7 b	55.4 b				
7.5		1	58.6	58.9	57.3	58.1	69.5	53.4	59.1	7.7	60.8	7.5	
		2	57.2	57.8	60.1	58.0	69.3	50.9					
		3	60.8	61.4	65.4	58.9	71.9	54.9					
		Ave.	58.9 c	59.4 c	60.9 d	58.3	70.2 b	53.1 b					
Orchard-grass	Early heading	10.0	4	67.1	68.7	71.5	54.6	74.2	64.1	66.2	13.7	74.4	12.9
	Full blooming	10.0	4	57.7	58.2	61.9	42.0	69.2	53.9	56.3	9.3	58.4	9.2
		5.0	4	59.4	59.8	53.8	49.3	69.1	60.5	58.8	6.1	60.3	6.1

a) VFA volatilized during oven drying was estimated as digestible.

b) Means having different superscripts (a, b, c, d) are significantly ($p < 0.05$) different (TURKEY'S w procedure).

Table 7 Voluntary dry matter, TDN and DCP intake of silage on digestion trials

Forage species	Stage of maturity	Level of N	(kg) Body weight change		Intake (kg/day)				Ratio of DM to body weight
			Initial	Final	a)		TDN	DCP	
					Fresh	Dry matter			
Timothy	Booting	15.0	35.1	37.2	4.723	0.791	0.587	0.130	2.13
		7.5	37.2	37.6	4.571	0.744	0.537	0.092	1.98
	Full heading	15.0	34.4	33.9	2.248	0.400	0.260	0.041	1.19
		7.5	37.6	34.4	2.274	0.420	0.255	0.033	1.22
Orchard grass	Early heading	10.0	56.2	57.7	6.871	1.102	0.820	0.143	1.91
	Full blooming	10.0	52.3	51.5	3.141	0.609	0.356	0.058	1.18
		5.0	52.7	52.3	3.374	0.691	0.417	0.043	1.32

a) Calculated by using VFA-corrected dry matter value

素出納が正または僅少の負となり、適期刈りでは両施肥水準とも負となった。

IV 考 察

窒素多肥および若刈りと牧草の成分組成との関係

窒素多肥と若刈りは、牧草の水分と粗蛋白質含

量を増加するとされており、本試験も同様の傾向を示した。

WSC含量(乾物中)については、牧草の生育につれて増大し、ある時期に最高値を示したのち低下するという報告⁸⁾と、若い時期ほど含量が高く、生育が進むにつれて減少するという報告¹²⁾がある。本試験においては若刈りが高く、適期刈り

Table 8 Nitrogen balance of sheep in digestion trials

Forage species	Stage of maturity	Level of N	Nitrogen intake (g/day)	Percentage of intaken nitrogen			Percentage of digestible nitrogen
				Feces	Urine	Retention	Retention
Timothy	Booting	15.0 7.5	27.0 20.1	22.9 27.0	68.9 68.7	8.2 4.3	10.6 5.8
	Full heading	15.0 7.5	9.7 8.6	32.6 39.1	75.2 78.8	- 7.8 -17.9	-11.9 -29.8
Orchard grass	Early heading	10.0	32.0	28.5	73.0	- 1.5	- 2.1
	Full blooming	10.0 5.0	15.0 12.5	38.1 46.2	69.3 67.9	- 7.4 -14.1	-12.1 -25.6

で低下していたが、原物に換算すると両生育時期とも同程度の含量であった。また、窒素多肥はWSC含量を低下するとされており⁶⁾、本試験においても、チモシーの場合を除くと同様の結果となった。しかし、その差異は顕著ではなかった。その原因として、対照区である標Nの窒素施肥量が比較的多いことが考えられる。

原料草の組成および窒素多肥とサイレージの品質との関係

ハーベスター方式による場合には、高水分無添加でも良質サイレージの調製が可能であることが報告²¹⁾されており、本試験においても、同様の結果となった。原料草が高水分である場合は、中水分、低水分である場合に比較して発酵程度が顕著^{1) 19)}であることから、乳酸発酵にとって必要なWSC量が含有されている場合には、良質サイレージが調製されるものと考えられている。オーチャードグラスを供試した試験では、原物中全糖が2%以下あるいは全糖含量/粗蛋白質含量比が0.5以下の場合⁵⁾、同様にその比が0.35以下の場合⁷⁾には良質サイレージの調製が困難であると報告されている。また、WSC含量が高い場合（原物換算で、それぞれ1.7および2.1%）には良質サイレージができるが、その含量が低い場合でも品質が顕著に低下しない場合があるという報告¹³⁾がある。本試験に供試した原料草の原物中、WSC含量は全平均1.9%であり、生育期間に顕著な差異がなく、倍Nでも著しい低下が認められなかった。また、WSC含量/粗蛋白質含量比は全平均0.71であり、若刈りと倍Nとでは若干低下したが、1例

を除くと、いずれも0.5以上の値を示した。以上のことから、本試験に供試した原料草は、各処理ともほぼ十分なWSC含量であり、高水分原料草でも全般的に良質サイレージが調製されたものと考えられる。

また、粗蛋白質がサイレージの品質に及ぼす影響としては、その緩衝作用により乳酸が生成されてもpHが十分低下しないので、酪酸発酵がおり、品質が低下することが推察されている。しかし、牧草の全緩衝能のうち植物蛋白質による緩衝能の割合は10~20%にすぎないこと¹⁵⁾、窒素多肥が緩衝能を高めないこと⁹⁾などが報告されている。また、本試験においても、窒素多肥により原料草の粗蛋白質含量を高めても品質が低下しなかったもので、粗蛋白質含量が高いこと自体が必ずしも品質を低下する直接的な要因ではないと考えられる。

窒素多肥とサイレージの品質との関係については、刈取りの7~10週前の施肥はサイレージのpHを若干高めるが、ほぼ良質サイレージの範囲内にありさらに刈取りの10~14日前に施肥するとpHが著しく高まるという報告⁴⁾があり、硝酸態窒素の著しい増加がその原因と考えられている。また、原料草の組成を變える目的で、刈取りの2週間前に窒素を施肥したところ、原料草の水分および粗蛋白質含量が増加し、全糖とNFE含量、全糖含量/粗蛋白質含量比、蛋白態窒素/全窒素比が低下し、調製したサイレージの品質が低下したという報告⁵⁾がある。本試験では刈取りの6~9週間前の施肥であったが、サイレージの品質低

下は認められなかった。これらの結果から、窒素多施がサイレージの品質に及ぼす影響は、さらに検討を要するが、施肥量の多少よりは施肥の時期によるところが大きいものと考えられる。

以上の考察から明らかなように、本調製条件においては、若刈りと窒素多施とによる原料草の高水分、高蛋白質条件が必ずしも品質を低下する直接的な要因ではないという結論が得られた。しかし、根室釧路地方の飼料成分調査²⁰⁾によれば若刈り高水分サイレージの品質が劣る場合の多いことが認められている。この原因としては、原料草の成分組成の差異による影響よりも、大量調製における踏加圧、密封および排汁処理などの調製上の要因の影響が考えられる。たとえば、若刈りサイレージは高水分であるために排汁処理をしないと品質が低下すること¹⁹⁾や、全窒素に対する水溶性窒素の比率が高く、調製上の不良要因により、容易にアンモニア態にまで分解し、品質を顕著に低下することなどがある。

窒素多施および若刈りとサイレージの消化率との関係

窒素の施用量を増加すると粗蛋白質の消化率が向上するが、その他の組成の消化率には影響のないことが報告^{3) 10)16)17)}されており、本試験においても同様の結果となった。

また、若刈りサイレージでは、適期刈りに比較して消化率、TDNとDCP含有率が高く、めん羊による栄養摂取量が増大するという報告²¹⁾があり、本試験においても同様の結果となった。

今後は、多肥、若刈りサイレージの品質と大量調製上の諸要因との関連、あるいはさらに冬期産乳量増加のための効率的利用法についての検討が必要である。

V 摘 要

チモシーとオーチャードグラスそれぞれの単播、およびこれらの2草種を主体とした混播の1番牧草を供試し、窒素施用量(標準窒素5.0~7.5kg/10aと倍量窒素10.0~15.0kg/10a)と原料草の生育時期(若刈り一穂ばらみ期または出穂始めと適期刈り一出穂摘期または開花摘)の違いがサイレージの化学的

品質と消化率に及ぼす影響について検討した。サイレージは無添加ダイレクトカット方式により小型試験サイロで調製した。

その結果を要約すると次のとおりである。

1. 原料草の水分と粗蛋白質含量は、若刈りと窒素倍量施用とで、それぞれ増大した。可溶性炭水化物含量は、原物中で生育時期間に顕著な差異がなく、窒素施肥水準間ではチモシーで差異がなく、その他では窒素倍量で減少した。

2. サイレージの品質は一般に良好で、窒素倍量で品質の低下が認められず、若刈りの場合でもオーチャードグラスの1例を除くとすべて良質であった。

3. 若刈りサイレージの乾物、粗蛋白質、粗繊維およびNFEの消化率は、適期刈りに比較して有意に($p < 0.05$)高く、TDNとDCP含有率とめん羊による採食量は著しく増加した。窒素倍量では、窒素標準量に比較して粗蛋白質の消化率が有意に($p < 0.05$)向上した。しかし、その他の組成の消化率やTDN含有率には顕著な差異が認められなかった。

引用文献

- 1) 坂東 他, 薮野 保, 1967; 草サイレージの品質におよぼす各種要因解析, 第1報 原料草の水分含量, 無細切および添加物が発酵過程におよぼす影響, 北農, 34, 12, 14-23.
- 2) BARNETT, A.J.G., 1954; Silage fermentation, London, 146-147.
- 3) BLASER, R.E., 1964; Symposium on forage utilization: Effects of fertility level and stage of maturity on forage nutritive value. J. Animal Sci., 23, 246-253.
- 4) FOX, J. B. and S. M. BROWN., 1969; The effect of fertilizer nitrogen on silage fermentation. J. Brit. Grassl. Soc., 24, 1, 23-24.
- 5) GORDON, C. H., J. C. DERBYSHIRE, H. G. WISEMAN and W. C. JACOBSON., 1964; Variations in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. J. Dairy Sci., 47, 9, 987-992.
- 6) 石栗敏哉, 1967; 子乾が牧草サイレージの消化率に及ぼす影響について, 北農, 34, 6, 34-40.
- 7) JACOBSON, W. C. and H. G. WISEMAN., 1962; Relationship between chemical composition of orchardgrass forage and chemical quality of the resulting silage. J. Dairy Sci., 45, 5, 664.
- 8) JONES, D. I. H., G. AP GRUFFITH and R. J. K. WALTERS.,

- 1965: The effect of nitrogen fertilizers on water-soluble carbohydrate content of grasses. *J. Agric. Sci.*, 64, 323-328.
- 9) McDONALD, P. and A.R. HENDERSON., 1962: Buffering capacity of herbage samples as a factor in ensilage. *J. Sci. Food Agric.*, 13, 395-400.
- 10) 三秋 尚, 1968: ソルガムサイレージの化学的組成と消化率におよぼす窒素施肥の効果. *日畜会報*, 39, 9, 389-391.
- 11) 農林省畜産試験場, 1967: サイレージ試験実施要領, 畜産試験場資料42-5, 2-3.
- 12) 大山嘉信, 小川キミエ, 1966: イネ科草類の生育にともなう炭水化物組成の変化. *日畜会報*, 37, 9, 336-343.
- 13) ———, 榎木茂彦, 1968: サイレージ発酵に影響する諸要因に関する研究, 1. 可溶性炭水化物および蛋白質の含量がサイレージの品質に及ぼす影響. *日畜会報*, 39, 2, 61-67.
- 14) ———, ———, 1969: ———, N蛋白質の添加がサイレージの品質に及ぼす影響. *日畜会報*, 40, 3, 109-115.
- 15) PLAYNE, M.J. and P. McDONALD., 1966: The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Food Agric.*, 17, 264-268.
- 16) POULTON, B.R., G.J. McDONALD, and G.W., VANDER NOOT., 1957: The effect of nitrogen fertilization on the nutritive value of orchardgrass hay. *J. Animal Sci.*, 16, 2, 462-466.
- 17) ———, and C.G. WOELFEL., 1963: Effect of nitrogen fertilization upon the yield and digestibility of aftermath timothy forages fed to dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 46, 1, 46-49.
- 18) 高野信雄, 山下良弘, 工藤吉夫, 1969: 高水分サイレージにおける排汁処理の効果, 第6回サイレージ研究会資料, 43-44.
- 19) 齋野 保, 坂東 健, 小倉紀美ほか, 1967: 根釧地方における乳牛のサイレージ主体飼養法を前提とした牧草サイレージ調製法に関する試験, 第3報 慣行タワーサイロによる中水分, 低水分サイレージの調製法とその飼養効果について. *道農試集*, 16, 63-79.
- 20) 齋野 保, 小倉紀美, 坂東 健, 1970: 北海道根室釧路地方産草サイレージおよび乾草の品質と飼料価値. *道農試集*, 21, 17-31.
- 21) 坪松成三, 1969: 牧草サイレージを主体とした乳牛飼養法確立に関する研究. *道農試報告*, 17.

Summary

In this present study, the influence of 2 levels of nitrogen fertilization (high levels... 10.0 or 15.0kg/10a vs. low level... 5.0 or 7.5kg/10a) on the chemical quality and digestibility of first cutting timothy, orchard grass and mixture grass silages was observed in connection with 2 stages of maturity (early-cut...booting or early heading vs. late-cut... full heading or full blooming). Silages were made by the direct-cut method without additives, using small scale experiment silos.

The results obtained were summarized as follows;

(1) The moisture and crude protein contents of early-cut forages were higher than those of late-cut forages, and the water soluble carbohydrate content of forages was almost the same in the fresh materials between early- and late-cut. The high nitrogen fertilization caused increasing the moisture and crude protein contents of forages, and decreasing the water soluble carbohydrate content of forages except timothy.

(2) The chemical quality of those silages except orchard grass, only in the case of early-cut and low fertilized, was in high grade. So it was not always recognized that high moisture and high crude protein content of forages ensiled were directly related to bring about poor quality silage.

(3) The digestibility of DM, crude protein, crude fiber and NFE of early-cut silages was more significant statistically ($p < 0.05$), and also they contained more TDN and DCP as compared with late-cut silages.

The high nitrogen fertilization significantly improved the digestibility of crude protein ($p < 0.05$), and caused increasing DCP content of silages as compared with the low nitrogen fertilization.