

得畜試研究報告
Shintoku Anim.
p. Exp. Stn.

ISSN 0388-0044

北海道立新得畜産試験場研究報告

第 17 号

Bulletin
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 17

平成 2 年 3 月
1990

北海道立新得畜産試験場
北海道上川郡新得町
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station
Shintoku, Hokkaido, Japan

北海道立新得畜産試験場研究報告

第 17 号

目 次

乾草または低水分牧草サイレージを組合せたトウモロコシサイレージ主体混合飼料の泌乳牛における飼料価値 出岡謙太郎・岡本 全弘・原 悟志・伊東 季春	1
トウモロコシサイレージ主体飼養における牧草サイレージの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響 坂東 健・出岡謙太郎	7
トウモロコシサイレージ主体飼養におけるマメ科牧草サイレージの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響 坂東 健・出岡謙太郎	13
泌乳牛のトウモロコシサイレージ主体飼養における窒素施肥量および刈取時期を異にする牧草サイレージの併給効果 坂東 健・出岡謙太郎	21
最終刈取り時期がトールフェスク (<i>Festuca arundinacea Schreb.</i>) 「ホクリョウ」の耐凍性に及ぼす影響 竹田 芳彦・山川 政明・大原 益博・川崎 勉	27
単クローン抗体を用いた牛ロタウイルス検出用固相酵素免疫測定法 (英文) 恒光 裕・平井 綱雄・米道 裕彌・工藤 卓二・森 清一・尾上 貞雄	33
ホルスタイン去勢牛の育成期におけるトウモロコシサイレージ給与量が産肉性に及ぼす影響 西邑 隆徳・佐藤 幸信・斉藤 利朗・裏 悦次	41
ナフトキン誘導体 (ブパルパコン) の <i>Theileria Sergenti</i> に対する抗原虫効果 平井 綱雄・工藤 卓二・森 清一・尾上 貞雄・恒光 裕	53
短報 乾草または低水分牧草サイレージを組合せたトウモロコシサイレージ主体混合飼料の泌乳牛とめん羊に よる消化率の比較 出岡謙太郎・岡本 全弘・原 悟志・伊東 季春	59
短報 凍結保存した馬胚の移植による子馬の生産 山本 裕介・南橋 昭・工藤 卓二	63
短報 大麦ホールクロップサイレージ通年給与によるホルスタイン去勢牛の肥育 西邑 隆徳・佐藤 幸信・斉藤 利朗・裏 悦次	67
場外学術雑誌掲載論文抄録	71

Bulletin
of the
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 17

Contents

Originals

A Comparison of Ration Intake and Milk Production in Total Mixed Ration Based on Corn Silage with either Hay or Low Moisture Grass Silage Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOU	1
Effects of Grass Silage Supplementation on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA	7
Effects of Legume Silage Supplementation on Feed Intake and milk Production of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA	13
Effects of Supplemental Grass Silage Differing in Nitrogen Fertilization Level and Harvest Date on Lactating Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA	21
Influence of Final Cutting Dates on the Freezing Hardiness of Tall fescue (<i>Festuca arundinacea Schreb.</i>), Hokuryo Yoshihiko TAKEDA, Masaaki YAMAKAWA, Mashuhiro OHHARA and Tsutomu KAWASAKI	27
Enzyme-Linked Immunosorbent Assay using Monoclonal Antibody for Detection of Bovine Rotavirus Hiroshi TSUNEMITSU, Tsunao HIRAI, Hiromi YONEMICHI Takuji KUDO, Kiyokazu MORI and Sadao ONOE	33
Effect of the level of Corn Silage in the Rearing Period on the Meat Production of Dairy Steers Takanori NISIMURA, Yukinobu SATO, Tosiro SAITO and Etsuji URA	41

Antitheilerial Activity against *Theileria sergenti* of Buparvaquone : A Comparison with Pamaquine

Tsunao HIRAI, Takuji KUDO, Kiyokazu MORI Sadao ONOE, Hiroshi TSUNEMITSU 53

Short Report

Comparative Digestibility of Total Mixed Ration Based on Coun Silage with Hay or Low Moisture Grass Silage by Lactating Cows and Sheep Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOH	59
Production of Foals by Transfer of Frozen Stored Equine Embryos Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMIHASHI and Takuji KUDO	63
Fattening of Holstein Steers by Feeding Barley Whole Crop Silage Takanori NISIMURA, Yukinobu SATO, Tosiro SAITO and Etsuji URA	67

Others

Summaries of the papers by the stuff appearing on other scientific journals	71
---	----

乾草または低水分牧草サイレージを組合せた トウモロコシサイレージ主体混合飼料の 泌乳牛における飼料価値

出岡謙太郎*・岡本 全弘*・原 悟志・伊東 季春

同一原料草から調製した牧草または低水分牧草サイレージのそれぞれを、トウモロコシサイレージおよび濃厚飼料と組合せて混合飼料を調製し、混合飼料の粗飼料構成の違いが栄養価、飼料摂取量、乳量および乳組成に及ぼす影響について検討した。混合飼料の構成割合（乾物）は、乾草または低水分牧草サイレージ24%、トウモロコシサイレージ47%、配合飼料24%および大豆粕5%とした。飼養試験はホルスタイン泌乳牛8頭を用い、1期21日間の反転試験法により実施した。

混合飼料の乾物中DCPおよびTDN含量は、乾草を用いた場合では、それぞれ8.7および65.4%、低水分牧草サイレージを用いた場合では、それぞれ8.3および64.8%であった。

乾物摂取量の体重に対する割合、DCPおよびTDN摂取量は乾草を用いた方が有意に高い値を示したが、その差は小さく、乳量および乳組成は処理間に差異はほとんど認められなかった。

トウモロコシサイレージ主体混合飼料において組合せる粗飼料として、乾草の代わりに低水分牧草サイレージを利用しても乳生産に差はないものと考えられた。

北海道の畑地型酪農地帯における乳牛飼養では、トウモロコシサイレージを主体とし、これに乾草を併給する粗飼料構成で乳牛が飼養されることが多い。サイレージ用トウモロコシは早生品種の普及により安定的に黄熟期に収穫できるようになり、嗜好性や栄養価の高いトウモロコシサイレージが調製されるようになってきた。一方、乾草は気象条件による制約が多いため刈り遅れになりがちであり、良質な乾草を大量に調製することは困難な現状にある。これに比べ牧草サイレージは気象条件による制約が少なく適期収穫が可能である。このようなことから、トウモロコシサイレージ主体飼養における併給粗飼料としての乾草の代わりに牧草サイレージを使用できることが明らかにされている^{1,7,10}。

最近、乳牛用飼料の給与方法として、全飼料を混合して給与する方法が導入されつつある¹⁴。このような給与方法はトウモロコシサイレージ主体飼養時の粗飼料の選択採食を防ぐ上で効果が高く⁹、飼養者の意図する栄養濃度の飼料を飽食させうる方法として優れている。すでに、トウモロコシサイレージ主体混合飼料による高泌乳牛の一連の飼養成績^{2,3,4,5,6}が報告

されている。これらの研究においては、併給する粗飼料として乾草を使用しているが、前述のとおり、良質の乾草を安定的に収穫することが困難なうえ、混合飼料調製上不可欠な切断に労力のかかることが問題点として指摘されている¹⁴。そこで、こうした問題の少ない牧草サイレージを乾草の代わりに使用することが考えられるが、我が国では、この点について報告されていない。

本研究では、同一原料草から調製した乾草または低水分牧草サイレージのそれぞれを、トウモロコシサイレージおよび濃厚飼料と組合せて2種類の混合飼料を調製し、混合飼料の粗飼料構成の違いが栄養価、飼料摂取量、乳量および乳組成に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

供試飼料の一般組成を表1に示した。トウモロコシサイレージは早生品種「ワセホマレ」を用い、切断長を10mmに設定したフォレージハーベスタで黄熟初期に収穫し、塔型サイロに詰め込み調製した。乾草と低水分牧草サイレージはチモシーを主体とする同一圃場を用いて調製した。これらの調製方法の詳細は既報⁸に示したとおりで、乾草は、原料草を7月2日の16時に刈り取り、翌日反転作業を行い、4日の15時にヘイバー

*現在 北海道立滝川畜産試験場

Table 1. Proximate composition of ration ingredients

	Dry matter	Crude Protein	Crude fat	Nitrogen free extract	Crude fiber	Crude ash
	% of dry matter					
Corn silage	26.5	9.8	3.5	56.0	23.8	6.9
Hay	85.4	7.7	2.1	51.1	33.9	5.2
Haylage	51.0	9.1	3.5	46.9	34.7	5.8
Formula feed	85.6	20.6	3.4	60.5	6.4	9.1
Soybean meal	84.2	49.1	4.9	34.8	5.1	6.1

ラで梱包し畜舎に収納した。低水分牧草サイレージは、原料草を7月3日の4時に刈取り、同日の13時にフォレージハーベスタで収穫し塔型サイロに詰め込み調製した。配合飼料は乳牛用のペレット状のもので、原料の配合割合を表2に示した。

供試混合飼料は、表3に示した構成で定置式の飼料混合機を用いて十分混合したもので、乾物混合割合は、トウモロコシサイレージ47%、配合飼料24%、大豆粕5%とし、これに乾草24%（乾草区とする）または低水分牧草サイレージ24%（サイレージ区とする）を混合した2処理である。乾草は切断長を9mmに設定したカッターで細断し供試した。

供試牛は北海道立新得畜産試験場繋養の分娩後2～5か月を経過したホルスタイン泌乳牛8頭（平均体重662kg）である。これらを4頭ずつ2群に分け、1

期21日間の反転試験法¹²⁾により飼養試験を実施した。採食量と乳量については、各期とも最後の7日間を本期とし、この間の成績を集計に用いた。

供試牛は個体ごとに繋養し、敷料はおが屑を使用した。混合飼料の給与量は約10%の残飼が生じる量とし、6時、14時および16時にそれぞれ所定量の1/4、1/4および1/2を給与した。残飼は9時に取り出し秤量した。搾乳は、6時と16時に行い、そのつど乳量を計量した。乳試料は各期とも本期の最後の2日間採取し、赤外線牛乳分析器（Foss Electric社製Milko-Scan 104型）を用いて、乳脂率、乳蛋白質率および乳糖率を測定した。泌乳牛の可消化粗蛋白質（DCP）および可消化養分総量（TDN）の要求量は日本飼養標準¹³⁾から算出した。

飼養試験終了後、両処理の4頭の泌乳牛を、引き続

Table 2. Ingredient composition of formula feed

Ingredient	Percent, air-dry basis
Barley	25.0
Corn	20.0
Defatted rice bran	6.0
Wheat bran	20.0
Soybean meal	10.0
Linseed oil meal	10.0
Beet pulp	5.0
Salt	2.0
Calcium carbonate	1.0
Dicalcium phosphate	0.6
Sodium propionate	0.2
Mineral mix ^a	0.1
Vitamin mix ^b	0.1

a: Contains (per gram) 125.4 mg Mn, 13.2 mg Co, 4 mg Zn, 80.2 mg Fe, and 8 mg Cu.

b: Contains (per gram) 10,000 IU vitamin A, and 5,000 IU vitamin D.

Table 3. Ingredient and proximate composition of total mixed ration including either hay or low moisture grass silage fed to lactating cows.

Item	Supplemental forage	
	Hay	Low moisture grass silage
Ingredient composition	(% dry matter basis)	
Corn silage	47	47
Hay	24	—
Low moisture grass silage	—	24
Formula feed	24	24
Soybean meal	5	5
Proximate composition	(% dry matter basis)	
Dry matter	42.4	38.3
Crude protein	13.6	13.6
Crude fat	3.1	3.1
Nitrogen free extract	54.4	53.5
Crude fiber	21.8	22.7
Crude ash	7.1	7.1

き別の牛舎の糞尿分離装置を設置した繋留式ストールに収容して6日間の全糞を採取し消化試験を行った。飼料および糞の一般成分の分析は既報⁸⁾に示したとおりである。

結果と考察

混合飼料の消化率と栄養価を表4に示した。粗蛋白質と粗脂肪の消化率は、乾草区が有意に高い値を示した。

Table 4. Apparent digestibility and nutritive value of total mixed ration including either hay or low moisture grass silage fed to lactating cows.

Item	Supplemental forage	
	Hay	Low moisture grass silage
Apparent digestibility	(% dry matter basis)	
Dry matter	64.8	64.3
Organic matter	67.1	66.7
Crude protein	63.6	* 60.8
Crude fat	78.7	* 74.7
Nitrogen free extract	70.6	69.9
Crude fiber	59.0	61.6
Nutritive value	(% dry matter basis)	
Digestible crude protein	8.7	* 8.3
Total digestible nutrients	65.4	64.8

a: Means separated by asterisk were significantly different (*: P<.05).

その結果、DCP含量は乾草区8.7%、サイレージ区8.3%で、乾草区が有意に高かったが、その差は小さかった。他の成分の消化率は両区に有意差は認められなかった。TDN含量は、乾草区65.4%、サイレージ区64.8%と乾草区がやや高い値を示したが、有意差は認められなかった。

本試験では、乾草および低水分牧草サイレージ調製において、極めて良好な気象条件に恵まれたために、乾草の栄養価は低水分牧草サイレージと同程度となり⁸⁾、このことが試験結果に影響しているものと考えられる。

Table 5. Feed intake in cows fed total mixed ration including either hay or low moisture grass silage

Trait	Supplemental forage		s.e. ^c
	Hay	Low moisture grass silage	
Dry matter intake, kg/day	19.8	19.3	.2
Dry matter intake, % Weight	3.00	*	2.91
Digestible crude protein intake			
kg/day	1.73	*	1.60
% requirement ^b	103	*	95
Total digestible nutrients intake			
kg/day	13.0	*	12.5
% requirement ^b	92		89

a: Means separated by asterisk were significantly different (*: P<.05).
b: Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1987).
c: Standard error of treatment difference.

乳量と乳組成を表6に示した。実乳量、4%FCM量、乳脂率および乳糖率のいずれも区間に有意差は認められなかった。

Table 6. Lactation performance in cows fed total mixed ration including hay or low moisture grass silage

Trait	Supplemental forage		s.e. ^b
	Hay	Low moisture grass silage	
Milk yield, kg/day	27.0	27.0	.4
4% FCM ^c yield, kg/day	26.6	26.6	.6
Fat, %	3.91	3.94	.09
Protein, %	3.26	*	3.23
Lactose, %	4.63		4.64

a: Means separated by asterisk were significantly different (*: P<.05).
b: Standard error of treatment difference.
c: 4% fat-corrected milk.

これらの結果は、トウモロコシサイレージ15.0%、アルファルファの乾草あるいはサイレージ30.0%、高水分トウモロコシ48.5%、大豆粕4.0%、サプリメント2.5%の構成の混合飼料を泌乳初期の乳牛に給与

えられる。

乾物摂取量、DCPおよびTDNの摂取量とその充足率を表5に示した。乾物摂取量は乾草区が高い傾向にあったが、両区間に有意差は認められなかった。乾物摂取量の体重に対する割合は乾草区が有意に高い値を示した。混合飼料のDCPとTDN含量も乾草区がやや高いため、DCPとTDNの摂取量およびTDN摂取量の要求量に対する割合は乾草区が有意に高い値を示したが、DCP摂取量の要求量に対する割合は区間に有意差が認められなかった。

められなかった。乳蛋白質率において有意差が認められたが、その差は極めて小さかった。

し、乾草を混合した方が乾物摂取量は高いが、乳量、乳組成には差がなかったとするLAHR et al¹¹⁾の知見と一致した。

坂東ら^{1,7)}は、トウモロコシサイレージ主体飼養時

に併給する牧草の利用形態について、各飼料を別々に給与する方法で検討している。同一原料草から乾草と牧草サイレージを調製し、併給効果について分娩前後および泌乳安定期に検討した結果、乾物摂取量、乳量、乳組成、繁殖性などにおいて、両粗飼料間の差異のないことが報告されている。

本結果から、トウモロコシサイレージ主体混合飼料において乾草の代わりに低水分牧草サイレージを利用しても、混合飼料の栄養価、摂取量は乾草を混合したほうがやや高い傾向にあるものの、乳量、乳組成に大差ないことが明らかとなった。

本試験で牧草サイレージとして供試したのは低水分サイレージであったので、高水分サイレージ、中水分サイレージについての比較も必要と考える。

文 献

- 1) 坂東 健・工藤卓二・岸 昊司・出岡謙太郎・森 清一・渡辺 寛：とうもろこしサイレージ主体飼養乳牛の乾乳期・泌乳初期における牧草サイレージと尿素配合飼料の給与効果。日本畜産学会第72次大会講演要旨, 12. (1981).
- 2) 坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭：乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 1.粗飼料と濃厚飼料の比率並びに粗蛋白質含量が泌乳前期の飼料摂取量、乳量などに及ぼす影響。日本畜産学会第77次大会講演要旨, 12. (1985).
- 3) 坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭：高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 2.粗飼料と濃厚飼料の比率が泌乳後期の飼料摂取量、乳量、体重などに及ぼす影響。日本畜産学会北海道支部会報, 28: 24-25. (1985).
- 4) 坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭：高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 3.泌乳期における混合飼料の組合せと飼料摂取量、乳量及び増体量。日本畜産学会第78次大会講演要旨, 72. (1986).
- 5) 坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭：高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 4.乾乳期におけるとうもろこしサイレージと乾草の給与比率が飼料採取量、乳量並びに体重の推移に及ぼす影響。日本畜産学会北海道支部会報, 20: 16. (1986).
- 6) 坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭：高泌乳牛のとうもろこしサイレージ主体混合飼料・自由採食飼養法に関する試験 5.泌乳中期における混合飼料の切り換えが飼料摂取量、乳量、乳組成などに及ぼす影響。日本畜産学会北海道支部会報, 30: 18. (1987).
- 7) 坂東 健・出岡謙太郎：とうもろこしサイレージ主体飼養における牧草サイレージの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響。新得畜試研究報告, 17: 7-12. (1990).
- 8) 出岡謙太郎・原 悟志・伊東季春・新名正勝：乾草と低水分牧草サイレージの乳牛とめん羊による消化率の比較。北草研報, 21: 185-188. (1987).
- 9) 出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春：トウモロコシサイレージを主体とする混合飼料の給与が飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響。新得畜試研究報告, 16: 15-19. (1988).
- 10) HOLTER, J.B., J.M. LEAHEY, and W.E. URBAN, JR: Corn silage with either haycrop silage or hay for lactating cows. J. Dairy Sci., 57: 205-211. (1974).
- 11) LAHR, D.A., D.E. OTTERBY, D.G. JOHNSON, J.G. LINN, and R.G. LUNDQUIST: Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production by cows. J. Dairy Sci., 66: 1891-1900. (1983).
- 12) LUCAS, H. L: Switchback trials for more than two treatments. J. Dairy Sci., 39: 146-154. (1956).
- 13) 農林水産省農林水産技術会議事務局：日本飼養標準・(乳牛)1987年版, 中央畜産会, 東京 (1987).
- 14) 佐藤正三：十勝地方におけるコンプリートフィードシステムの現状と問題点。北海道家畜管理研究会報, 18: 7-17. (1983).

A Comparison of Ration Intake and Milk Production in Total Mixed Ration Based on Corn Silage with either Hay or Low Moisture Grass Silage

Kentaro DEOKA*, Masahiro OKAMOTO*, Satoshi HARA
and Sueharu ITOH

Summary

Eight lactating Holstein cows were individually fed ad libitum over three 21-day period switchback trials total mixed ration based primarily on corn silage with either hay or low moisture grass silage added in order to compare ration intake and milk production. The first total mixed ration (hay ration) consisted of corn silage, hay, formula feed and soybean meal in a 47:24:24:5 dry matter ratio. The second total mixed ration (silage ration) had the same ratio of ingredients except that low moisture grass silage was substituted for hay. Both haycrops mostly consisted of timothy and were harvested from the same fields. Hay was provided in chopped form. Digestion trials were conducted by the total collection method.

DCP and TDN contents for the hay ration were 8.7 and 65.4%. The respective values for the silage ration were 8.3 and 64.8%.

The intake of dry matter as a percentage of body weight was significantly higher with the hay ration. Also, the intake of DCP and TDN was significantly higher with the hay ration. However, milk yield and composition were similar with both rations.

The results indicated that low moisture grass silage could replace the hay in total mixed ration based on corn silage without any adverse effects on milk production.

Key words: Total mixed ration, corn silage, intake, milk production

* Present address: Takikawa Livestock Research Station, ARS Hokkaido.

トウモロコシサイレーズ主体飼養における牧草サイレーズの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響

坂東 健・出岡 謙太郎*

ホルスタイン泌乳牛12頭を供試してラテン方格法により、トウモロコシサイレーズ主体飼養における高水分および低水分牧草サイレーズの併給が飼料摂取量、乳量、乳組成などに及ぼす影響について、乾草併給を対照にして検討した。同一草地から1番草高水分サイレーズ、1番草低水分サイレーズ、2番草低水分サイレーズおよび2番草乾草を調製し、トウモロコシサイレーズに併給して自由採食させた。

乾物摂取量、DCPおよびTDNの摂取量、4%FCM量、乳組成および体重において1番草高水分サイレーズ併給区と1番草低水分サイレーズ併給区、また2番草低水分サイレーズ併給区と2番草乾草併給区の間、それぞれ有意差は認められなかった。

以上から、牧草サイレーズはトウモロコシサイレーズ主体飼養において併給する粗飼料として乾草の代わりに利用できることが認められた。

前報¹⁾において、チモシー乾草に対するトウモロコシサイレーズの採食比率が高まるにつれて乾物およびTDNの摂取量ならびに乳量が増加し、乳成分も向上する傾向のあることを報告した。トウモロコシサイレーズはDCPやミネラルの含量が低いので、これを主体とする粗飼料構成においてはDCPやミネラルの含量が高い粗飼料を併給することが望ましいと考えられる。

しかし、トウモロコシサイレーズに併給する粗飼料として一般に用いられている乾草は、収穫適期に晴天日が少ないなどから刈遅れになりがちであり、またマメ科牧草をほとんど含んでいない。このため、乾草のDCPやミネラルの含量は一般に低く³⁾、飼料成分的にみてトウモロコシサイレーズの補完的な役割をあまり果たしていないと考えられる。

これに対して、牧草サイレーズは調製において気象条件による制約が少なく、またマメ科牧草でも調製が容易であるなどの利点がある。このため、牧草サイレーズのDCP、TDNおよびミネラルの含量は乾草に比べて高いので³⁾、トウモロコシサイレーズを補完する粗飼料として望ましいと考えられる。しかし、乳牛のトウモロコシサイレーズ主体飼養において併給する粗飼料として牧草サイレーズと乾草を比較検討した報告は我が国においてほとんどみられない。

本報告では、トウモロコシサイレーズ主体飼養にお

ける高水分または低水分牧草サイレーズの併給が飼料摂取量、乳量、乳組成および体重に及ぼす影響について乾草の併給を対照にして比較検討した。

試験方法

トウモロコシサイレーズは早生品種「ワセホマレ」を用い10月11日(黄熟期)に、ハーベスタの設定切断長を10mmとして収穫し、塔型サイロに詰め込み調製した。高水分牧草サイレーズは出穂期のチモシー1番草を用いて6月27日にダイレクトカット方式により、また低水分牧草サイレーズも高水分牧草サイレーズと同一の原料草を用い、1日間予乾したのち、ピックアップ方式によりそれぞれ10~20mmに切断して、木製のバンカーサイロに詰め込み調製した。同時に乾草も調製したが天候不順のために品質の低下が著しく試験に供することができなかった。そこで、その代わりに2番草を用いて低水分サイレーズおよび乾草を調製した。2番草の低水分サイレーズは、同一草地の出穂前期チモシー2番草を8月24日に刈取り、半日間予乾したのち1番草と同様に切断して、塔型サイロに詰め込み調製した。2番草の乾草は2番草低水分サイレーズと同一の原料草を用いて調製した。

飼養試験は、北海道立新得畜産試験場繁養の最高泌乳期を経過したホルスタイン泌乳牛12頭を供試し、採食量が個体ごとに測定できるスタンション型式の牛舎で、1群3頭の4×4ラテン方格法により実施した。試験期間は1期21日間とし、各期とも最後の7日間を

*現在 北海道立滝川畜産試験場

本期とした。

処理区は1番草高水分サイレージを併給する区(以下1番草高水分区分とする)、1番草低水分サイレージを併給する区(以下1番草低水分区分とする)、2番草低水分サイレージを併給する区(以下2番草低水分区分とする)および2番草乾草を併給する区(2番草乾草区分とする)の4区とした。トウモロコシサイレージの給与量は一律に1日1頭当たり35kgとし、牧草サイレージまたは乾草は飽食量を給与した。濃厚飼料の給与量は1日1頭当たり1kg(大豆粕)を下限とし、4%FCM日量が17kg以上では、これを超えた乳量の1/2量(配合飼料)を下限量に加えた。飼料の1日当たりの給与回数は、粗飼料で6時(朝)、13時(昼)および16時(夕)の3回とし、朝および夕には牧草サイレージまたは乾草を、昼にはトウモロコシサイレージを、それぞれ給与した。濃厚飼料は朝と昼の2回に分けて

Table 1. Chemical quality of silages

	Moisture (%)	pH	Organic acid							VBN*** (%)	
			Total	Lact.	Acet.	Prop.	i-But.	n-But.	i-Val.		n-Val.
First cutting HMGS*	82.7	4.57	1.87	0.32	0.45	0.12	0.02	0.95	0.01	0	14.1
First cutting LMGS**	56.9	4.74	1.21	0.71	0.23	0.02	0	0.25	0	0	5.2
Second cutting LMGS**	54.1	4.46	1.66	1.17	0.37	0.01	0	0.11	0	0	5.0
Corn silage	72.6	3.81	2.42	1.91	0.51	0	0	0	0	0	4.9

* High moisture grass silage.

** Low moisture grass silage.

*** Ratio of volatile basic nitrogen to total nitrogen.

Table 2. Digestibility of feeds

	Dry matter (%)	Organic matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	N-free extract (%)	Crude fiber (%)
First cutting LMGS**	71.0	73.5	63.7	72.8	70.3	80.2
Second cutting LMGS**	64.1	68.1	61.4	70.1	62.8	76.6
Second cutting hay	64.9	68.9	57.6	56.9	66.7	76.9
Corn silage	67.8	69.6	61.3	76.9	73.0	61.8
Concentrate mixtures	82.3	84.6	80.0	80.0	88.7	61.7

* High moisture grass silage.

** Low moisture grass silage.

給与した。搾乳回数は朝と夕の2回であり、乳量は毎回測定した。牛乳試料の採取は各期の最後の2日間、体重測定は各期の最後の3日間、それぞれ連続して実施した。

トウモロコシサイレージの栄養価は単味給与により、牧草サイレージおよび乾草はトウモロコシサイレージと等量給与して⁵⁾、それぞれ乾乳牛を用いた消化試験から算出した。配合飼料の栄養価は去勢雄めん羊を用いた消化試験から求めた。大豆粕の栄養価は日本標準飼料成分表⁶⁾に記載されている消化率を用いて算出した。乳牛のDCPとTDNの要求量は日本飼養標準(乳牛)⁷⁾から算出した。

飼料および牛乳の分析および飼養試験成績の統計処理は前報¹⁾と同様に実施した。

サイレージの発酵品質を表1に、供試飼料の消化率、飼料成分、栄養価を表2と表3にそれぞれ示した。

Table 3. Chemical composition and digestible nutrients of feeds

	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	N-free extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	DCP (%)	TDN (%)
	First cutting HMGS*	17.3	11.8	5.1	36.6	38.5	8.0	7.8
First cutting LMGS**	43.1	11.4	4.1	40.7	36.0	7.8	7.3	71.5
Second cutting LMGS**	45.9	12.4	4.7	39.5	33.6	9.8	7.6	65.5
Second cutting hay	87.2	11.2	3.4	43.5	32.2	9.7	6.5	64.7
Corn silage	27.4	9.1	3.4	61.6	20.4	5.5	5.6	69.1
Concentrate mixture	87.0	19.5	3.2	61.5	7.2	8.6	15.6	80.4
Soybean meal	86.7	53.0	0.3	36.6	3.9	6.2	48.8	86.7

* High moisture grass silage.

** Low moisture grass silage.

試験結果および考察

乾物摂取量を表4に示した。牧草サイレージの乾物摂取量は1番草低水分区分で6.3kgであり、1番草高水分区分の5.8kgに比べて0.5kg多く、また2番草乾草区分では6.2kgであり2番草低水分区分の5.8kgに比べて0.4kg多かったが、それぞれの差は小さく各処理区分間に有意差は認められなかった。本試験に供試した1番草高水分サイレージは総酸に占める乳酸の割合が低いなどその発酵品質は1番草および2番草の低水分サイレージに比べて劣っていた。1番草の牧草サイレージの乾物摂取量と総酸に占める乳酸の割合との間に正の有意な相関関係が認められている⁸⁾ので、乳酸の割合が同程度の条件では1番草高水分区分と1番草低水分区分における牧草サイレージの乾物摂取量の差は更に縮小するものと考えられる。トウモロコシサイレージおよび粗飼料の乾物摂取量は牧草サイレージと同様に各処理区分間に有意差は認められなかった。また、総乾物摂取量でも1番草高水分区分と1番草低水分区分および2番草低水分区分と2番草乾草区分の間に、それぞれ有意差は認められなかった。総乾物摂取量の体重に対する割合においても各処理区分間に有意差は認められなかった。MONTGOMERY et al.⁴⁾はトウモロコシサイレージ主体飼養において低水分牧草サイレージ併給と乾草併給の間に粗飼料の乾物摂取量および総乾物摂取量において有意差が認められないことを報告しており、BELYEA et al.²⁾も粗飼料としてトウモロコシサイレージ単用と低水分牧草サイレージまたは乾草の併給について3

Table 4. Mean daily dry matter intake

	Supplemental forage			
	First cutting HMGS*	LMGS**	Second cutting LMGS**	hay
Dry matter intake (kg)				
Grass silage or hay	5.8	6.3	5.8	6.2
Corn silage	8.9	9.0	9.1	9.4
Concentrate mixture	1.0	1.0	1.0	0.9
Soybean meal	0.9	0.9	0.9	0.9
Forage total	14.7	15.3	14.9	15.6
Total	16.6 ^b	17.2 ^{ab}	16.8 ^{ab}	17.4 ^a
Dry matter intake (% of body weight)				
Grass silage or hay	0.90	0.98	0.90	0.95
Corn silage	1.38	1.40	1.42	1.46
Forage total	2.28	2.38	2.32	2.41
Total	2.56	2.66	2.59	2.68

* High moisture grass silage.

** Low moisture grass silage.

Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

乳期にわたり比較検討し、これらの処理における粗飼料の乾物摂取量および総乾物摂取量は同程度であると結論づけている。以上から、トウモロコシサイレージ主体飼養において同一原料草から調製した高水分牧草サイレージ、低水分牧草サイレージまたは乾草のいずれを併給しても粗飼料の乾物摂取量および総乾物摂取

量において大きな差異を生じないと考えられた。DCPとTDNの摂取量を表5に示した。粗飼料からのDCP摂取量は0.93 kgから0.97 kgの範囲にあり、総DCP摂取量と同様に各処理区間に有意差は認められなかった。DCP充足率は113%から118%の範囲にあり、各処理区間に有意差は認められなかった。

Table 5. Mean daily DCP and TDN intake

	Supplemental forage			
	First cutting		Second cutting	
	HMGS*	LMGS**	LMGS**	hay
DCP intake (kg)				
Grass silage or hay	0.46	0.46	0.44	0.40
Corn silage	0.50	0.51	0.51	0.53
Forage total	0.96	0.97	0.95	0.93
Total	1.53	1.55	1.52	1.49
TDN intake (kg)				
Grass silage or hay	4.3	4.5	3.8	4.0
Corn silage	6.1	6.2	6.3	6.5
Forage total	10.4	10.7	10.1	10.5
Total	12.0 ^{ab}	12.3 ^a	11.7 ^b	12.0 ^{ab}
DCP intake (% of requirement***)	113	118	115	113
TDN intake (% of requirement***)	103 ^{bc}	109 ^a	101 ^c	106 ^{ac}

* High moisture grass silage.

** Low moisture grass silage.

*** Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1987).

Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

粗飼料からのTDN摂取量は10.1 kgから10.7 kgの範囲にあり、各処理区間に有意差は認められなかった。総TDN摂取量は1番草高水分区と1番草低水分区、および2番草低水分区と2番草乾草区の間、それぞれ有意差は認められなかった。TDN充足率は

1番草低水分区が最も高く、2番草乾草区、1番草高水分区、2番草低水分区の順に低下し、一部の処理区間に有意差は認められたが、いずれも100%以上であった。乳量、乳組成および体重を表6に示した。実乳量および4%FCM量において各処理区間に有意差は認め

Table 6. Mean daily milk production, milk composition, and body weight

	Supplemental forage			
	First cutting		Second cutting	
	HMGS*	LMGS**	LMGS**	hay
Milk production (kg)				
Actual	21.2	20.6	21.0	20.7
4%FCM	20.1	19.4	20.1	19.6
Milk composition (%)				
Total milk solids	12.20	12.24	12.30	12.33
Fat	3.67	3.61	3.72	3.68
SNF	8.53	8.63	8.58	8.65
Protein	3.23	3.26	3.26	3.29
Body weight (kg)	645	649	648	648

* High moisture grass silage.

** Low moisture grass silage.

られなかった。また、乳組成においても体重と同様に各処理区間に有意差は認められなかった。乳量、乳組成および体重についての結果はMONTGOMERY et al.⁴⁾の報告と一致した。また、BELYEA et al.²⁾は3乳期にわたり検討し、牧草サイレージ併給は乾草併給に比べて乳脂率が第2乳期および第3乳期に有意に高かったが第1乳期では有意差がなく、乳無脂固形分率、固形分補正乳量および体重では各乳期において有意差が認められなかったことを報告している。

以上から、同一原料草から調製した高水分牧草サイレージ、低水分牧草サイレージおよび乾草は、トウモロコシサイレージ主体飼養における併給粗飼料として給与した時に産乳価値において差異がほとんどないと考えられた。

牧草サイレージは、調製において気象条件による制約が少ないために安定的に早期ないしは適期に収穫することが可能であり、またマメ科牧草でも調製が容易であるなどの利点がある。このため、一般に牧草サイレージは乾物に比べてDCP、TDNおよびミネラル類の含量が高いとされている³⁾。トウモロコシサイレージはDCPやミネラルの含量が低いので、これを主体にしている飼養条件では、併給する粗飼料として乾草の代わりに牧草サイレージを用いることが望ましいと考える。

文 献

1) 坂東 健・出岡謙太郎・岡本全弘・曾根章夫：チ

モシー乾草とトウモロコシサイレージの採食比率が飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響。新得畜試研究報告, 16: 1-7. (1988).

2) BELYEA, R.L., C.E. COPPOCK, W.G. MERRILL, and S.T. SLACK: Effects of silage based diets on feed intake, milk production, and body weight of dairy cows. J. Dairy Sci., 58: 1328-1335. (1975).

3) ホクレン農業協同組合連合会：粗飼料分析値統計表。(1989).

4) MONTGOMERY, M.J., H.D. BAXTER, and B. J. BEARDEN: Corn silage supplementation for maximum intake and milk production. J. Dairy Sci., 59: 1915-1922. (1976).

5) 森本 宏監修：動物栄養試験法。第1版, 191-207. 養賢堂, 東京。(1971).

6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本標準飼料成分表(1987年版): 64-65. 中央畜産会, 東京。(1987).

7) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準, 乳牛(1987年版). 中央畜産会, 東京。(1987).

8) 齋野 保・坂東 健・小倉紀美・蒔田秀夫・吉田 悟：草サイレージの飼料成分, 化学的品質, 可消化養分含有率, 摂取量などにおける相関関係。北海道立農試集報, 17: 16-26. (1968).

Effects of Grass Silage Supplementation on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets

Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA*

Summary

Twelve lactating Holstein cows were used in a 4 × 4 Latin-square design to evaluate the effects on feed intake and milk production of high moisture grass silage (HMGS), low moisture grass silage (LMGS) or hay supplementation in corn silage-based diets. The forages used were (1) corn silage plus first cutting HMGS, (2) corn silage plus first cutting LMGS, (3) corn silage plus second cutting LMGS, and (4) corn silage plus second cutting hay. Corn silage was harvested at the yellow ripe stage. Forages for first cutting HMGS and LMGS were cut at the heading stage, and second cutting LMGS and hay were cut at the full heading stage in the same field of timothy. Cows were fed grass silage or hay ad libitum, 35kg of corn silage and 1 kg of soybean meal with additional concentrate mixture being given at the rate of 1 kg per 2 kg of 4% fat-corrected milk over 17kg per day.

There were no significant differences ($P > 0.05$) in dry matter intake, TDN and DCP intake, 4% fat-corrected milk production, milk composition and body weight between first cutting HMGS and first cutting LMGS supplementation, or second cutting LMGS and second cutting hay supplementation. It was concluded that grass silage could be used instead of hay as a supplemental forage in corn silage-based diets.

Key words: corn silage, grass silage, feed intake, milk production.

* Present address: Hokkaido Prefectural Takikawa Animal Husbandry Experiment Station.

トウモロコシサイレージ主体飼養における マメ科牧草サイレージの併給が乳牛の 飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響

坂東 健・出岡 謙太郎*

ホルスタイン泌乳牛12頭を供試してラテン方格法により、トウモロコシサイレージ主体飼養におけるアルファルファ主体1番草およびアカクロバ主体1, 2番草サイレージの併給効果についてチモシー1番草サイレージの併給を対照として比較検討した。

チモシー1番草サイレージの併給に比べて、(1)アルファルファ主体1番草サイレージの併給では乾物とDCPの摂取量、実乳量が有意に多かった。(2)アカクロバ主体1番草サイレージの併給ではDCPの摂取量が有意に多く、実乳量も多い傾向にあったが、乳脂率は有意に低くかった。(3)アカクロバ主体2番草サイレージの併給では4%FCM量が有意に少なかった。

以上の結果およびサイレージのミネラル含量から、トウモロコシサイレージ主体飼養において本試験で併給した牧草サイレージのなかではアルファルファ主体1番草が最も優れており、次いでアカクロバ主体1番草、チモシー1番草の順であり、アカクロバ主体2番草はこれらよりも劣ると考えられた。

トウモロコシサイレージはエネルギー含量は高いが蛋白質やミネラルの含量が低いので、併給する粗飼料としては蛋白質やミネラルに富むマメ科牧草が望ましいと考えられている³⁾。しかし、このようなマメ科牧草の併給が乳牛による乾物摂取量や乳量、乳組成などにどのような影響を及ぼすかについて検討した報告はほとんどみられない。

本報告では、トウモロコシサイレージ主体飼養におけるアルファルファ主体1番草サイレージ、アカクロバ主体1番草サイレージおよびアカクロバ主体2番草サイレージの併給が乳牛の乾物摂取量、乳量、乳組成および体重に及ぼす影響についてチモシー1番草サイレージの併給を対照として比較検討した。

試験方法

供試した牧草サイレージはアルファルファ主体1番草、アカクロバ主体1番草、アカクロバ主体2番草およびチモシー1番草であり、いずれも北海道立新得畜産試験場内の造成後2年目の草地を供試して調製した。供試草地の概要を表1に示した。アルファルファ「ソア」主体およびアカクロバ「サッポロ」主体の草地はいずれもチモシー「センボク」とシロクロバ「カリフォルニアラジノ」との混播であり、チモシー「センボク」の草地は単播であった。1番草の草地に対する10a当たりの施肥量はアルファルファおよびアカクロバ主体草地で窒素(N) 4.1 kg、リン酸(P₂O₅)

Table 1. Growth stage, botanical composition and yield of forages

	Harvest dates	Growth stage	Botanical composition					Fresh yield (t/10a)
			Alfalfa	Red clover	White clover (%)	Timothy	Others	
First cutting alfalfa	June 26	Early bloom.	71	0	16	13	0	2.1
First cutting red clover	June 26	Bloom.	0	50	10	40	0	3.3
Second cutting red clover	Sept. 9	Full bloom.	0	50	7	27	16	2.6
First cutting timothy	June 26	Full head.	0	0	2	98	0	2.8

*現在 北海道立滝川畜産試験場

10.5 kg, 加里 (K₂O) 8.0 kg, 苦土 (MgO) 1.4 kg であり, チモシー草地でそれぞれ7.8, 10.5, 8.0 および2.7 kgであった。また, アカクロバ主体の2番草の草地では窒素3.0 kg, 加里7.5 kg であった。

牧草サイレージは, 原料草の刈取りを1番草ではいづれも6月26日, 2番草では9月9日に行い, これを半日~1日間予乾したのちハーベスタにより10~20mmに切断し, 塔型サイロに詰め込み調製した。トウモロコシサイレージは早生品種「ワセホマレ」を用い, 10月14日(黄熟期)にハーベスタの設定切断長を10mmとして収穫し, 塔型サイロに詰め込み調製した。

飼養試験は北海道立新得畜産試験場繋養の最高泌乳期を経過したホルスタイン泌乳牛12頭を供試し, 採食量が個体ごとに測定できるスタンション型式の牛舎で1群3頭の4×4ラテン方格法により実施した。試験期間は1期21日間とし, 各期とも最後の1週間を本期とした。

処理区はアルファルファ主体1番草サイレージを併給する区(以下アルファルファ1番草区とする), アカクロバ主体1番草サイレージを併給する区(以下アカクロバ1番草区とする), アカクロバ主体2番草サイレージを併給する区(以下アカクロバ2番草区とする)およびチモシー1番草サイレージを併給する区(以下チモシー1番草区とする)の4区とした。

牧草サイレージとトウモロコシサイレージの給与量は, 両粗飼料を乾物比で1:2の割合で採食し, かつ給与粗飼料全体の10%程度の残食量が出るように毎日調整した。配合飼料の給与量は1kgを下限とし4%FCM量が17kg以上ではこれを越えた乳量の1/2量の配合飼料を下限量に加えた。飼料の給与回数は6

Table 2. Chemical quality of silages

	Moisture (%)	pH	Organic acid					Mark*	VBN**
			Total	Lactic	Acetic	Propionic	Butyric		T-N
			(% of fresh matter)						
First cutting alfalfa silage	71.2	4.50	3.23	2.54	0.69	0	0	97	10.3
First cutting red clover silage	73.9	4.19	3.56	2.91	0.65	0	0	98	7.6
Second cutting red clover silage	71.2	4.14	2.95	2.51	0.44	0	0	100	8.3
First cutting timothy silage	65.9	4.56	2.29	1.80	0.23	0	0.26	65	9.4
Corn silage	73.3	3.98	1.74	1.44	0.30	0	0	99	3.7

* Estimated by FLIEG's standard

** Ratio of volatile basic nitrogen to total nitrogen

時(朝), 13時(昼)および16時(夕)の3回とし, 粗飼料では朝と夕に牧草サイレージ, 昼にトウモロコシサイレージを給与した。また配合飼料は朝, 昼, 夕の3回に分けて粗飼料と同時に給与した。搾乳回数は朝と夕の2回であり, 乳量は毎回測定した。牛乳試料の採取は各期の最後の2日間, 体重の測定は各期の最後の3日間それぞれ連続して実施した。

飼料の一般成分, サイレージの有機酸組成および乳成分の分析法, 並びに統計処理の方法は前報²⁾と同様であった。飼料のNDFとADFはGOERING and VAN SOESTらの方法⁴⁾, リンはバナドモリブデン酸法¹⁰⁾, カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光度法¹⁰⁾により, それぞれ分析した。サイレージの評点はフリーク評価法⁹⁾により実施した。供試飼料の栄養価は去勢雄めん羊を用いた消化試験から求めた。また, 乳牛の養分要求量は日本飼養標準(乳牛)⁸⁾を用いて算出した。

試験結果および考察

サイレージの発酵品質を表2に示した。サイレージの水分含量はいずれも中水分の範囲内であった。アルファルファ主体1番草およびアカクロバ主体1, 2番草サイレージの乳酸含量は非常に高く, 一方酪酸は検出されず評点は極めて高かった。チモシー1番草サイレージはこれらのマメ科主体牧草サイレージに比べて乳酸含量が低く, 酪酸を含んでおりその評点は劣っていた。しかし, 牧草サイレージの乾物摂取量と正の有意な相関関係が認められている総酸に占める酪酸の割合¹²⁾は各サイレージ間に大差がなかった。

Table 3. Chemical composition of feeds

	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	N-free extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	NDF (%)	ADF (%)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)
	(% of dry matter)										
First cutting alfalfa silage	28.8	19.2	3.3	39.6	28.0	9.9	52.1	37.3	1.09	0.36	0.34
First cutting red clover silage	26.1	20.0	3.9	39.1	26.6	10.4	49.4	35.6	0.91	0.35	0.33
Second cutting red clover silage	28.8	18.0	3.4	39.3	28.7	10.6	53.2	37.3	0.88	0.36	0.35
First cutting timothy silage	34.1	15.3	4.3	39.2	32.9	8.3	62.4	38.1	0.31	0.33	0.18
Corn silage	26.7	9.0	2.6	60.8	22.8	4.8	48.8	27.7	0.18	0.24	0.17
Concentrate mixture	85.2	19.7	3.1	62.4	6.9	7.9	22.9	9.5	0.90	0.92	0.34

Table 4. Digestibility and digestible nutrients of feeds

	Digestibility (%)					Digestible nutrients (% of dry matter)	
	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	N-free extract (%)	Crude fiber (%)	DCP (%)	TDN (%)
First cutting alfalfa silage	63.7	74.3	59.4	65.0	59.2	14.3	61.0
First cutting red clover silage	65.1	71.0	71.5	63.6	64.9	14.2	62.7
Second cutting red clover silage	58.9	63.9	70.0	55.2	62.5	11.5	56.5
First cutting timothy silage	65.3	66.8	66.4	59.2	75.5	10.2	64.6
Corn silage	66.2	53.7	75.3	71.6	62.9	4.8	67.0
Concentrate mixture	82.3	80.0	80.0	88.7	61.7	15.8	81.0

供試飼料の飼料成分, 消化率, 栄養価を表3と4に示した。各マメ科主体牧草サイレージはチモシー1番草サイレージに比べていずれも粗蛋白質, カルシウムおよびマグネシウムの含量が高く, トウモロコシサイレージを補完する成分組成を示していた。また, ADF含量はいずれも同程度であったが, NDF含量では各マメ科主体牧草サイレージがチモシー1番草サイレージに比べて低かった。消化率ではアルファルファおよびアカクロバ主体の1番草サイレージはチモシー1番草サイレージに比べて粗蛋白質およびNFEが高く, 粗繊維で低く, 乾物では同程度であった。アカクロバ主体2番草サイレージの消化率は1番草の各サイレージに比べて粗脂肪を除く各成分において低かった。DCP含量では各マメ科主体牧草サイレージがチモシー1番草サイレージに比べて高く, 一方, TDN含量ではやや低く, 特にアカクロバ主体2番草で顕著であった。このような草種間の差異は生草で

検討した報告⁵⁾とはほぼ同様の傾向であった。

飼料摂取量を表5に示した。牧草サイレージの乾物摂取量はアルファルファ1番草区が最も多く, ついでアカクロバ1番草区, 同2番草区であり, チモシー1番草区が最も少なかったが, 各処理区間の差はいずれも有意でなかった。本試験における牧草サイレージの水分含量はマメ科牧草で71~74%と同程度であったが, チモシーでは65.9%と低かった。牧草サイレージの水分含量と乾物摂取量の間には負の有意な相関関係が認められているので¹²⁾, 水分含量が同程度の条件では各マメ科牧草サイレージとチモシーサイレージの乾物摂取量の差は更に大きくなると考えられる。トウモロコシサイレージの乾物摂取量ではアルファルファ1番草区と他の3区の間, 粗飼料の乾物摂取量および総乾物摂取量ではアルファルファ1番草区とアカクロバ2番草区およびチモシー1番草区との間に, それぞれ有意差が認められた。また, 体重当たりの乾物摂

取量は粗飼料および全飼料においてアルファルファ1番草区が最も多く、アカクロバ1番草区およびチモシー1番草区との差は有意であった。

Table 5. Mean daily dry matter intake

	Supplemental silage			
	First cutting alfalfa	First cutting red clover	Second cutting red clover	First cutting timothy
Dry matter intake (kg)				
Legume or grass silage	5.1	4.9	4.7	4.6
Corn silage	10.7 ^a	10.1 ^b	10.1 ^b	10.0 ^b
Concentrate mixture	2.6	2.6	2.6	2.6
Forage total	15.8 ^a	15.0 ^{ab}	14.8 ^b	14.6 ^b
Total	18.4 ^a	17.6 ^{ab}	17.4 ^b	17.2 ^b
Dry matter intake (% of body weight)				
Legume or grass silage	0.77	0.74	0.72	0.70
Corn silage	1.61 ^a	1.52 ^b	1.55 ^{ab}	1.53 ^{ab}
Concentrate mixture	0.38	0.38	0.39	0.39
Forage total	2.38 ^a	2.26 ^b	2.27 ^{ab}	2.23 ^b
Total	2.76 ^a	2.64 ^b	2.66 ^{ab}	2.62 ^b

Values followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Mean daily DCP and TDN intake

	Supplemental silage			
	First cutting alfalfa	First cutting red clover	Second cutting red clover	First cutting timothy
DCP intake (kg)				
Legume or grass silage	0.73 ^a	0.69 ^a	0.54 ^b	0.47 ^b
Corn silage	0.51 ^a	0.48 ^b	0.48 ^b	0.48 ^b
Concentrate mixture	0.40	0.40	0.41	0.40
Forage total	1.24 ^a	1.17 ^a	1.02 ^b	0.95 ^b
Total	1.64 ^a	1.57 ^a	1.43 ^b	1.35 ^b
TDN intake (kg)				
Legume or grass silage	3.1 ^a	3.1 ^a	2.7 ^b	3.0 ^{ab}
Corn silage	7.2 ^a	6.8 ^b	6.8 ^b	6.7 ^b
Concentrate mixture	2.1	2.1	2.1	2.1
Forage total	10.3 ^a	9.9 ^{ab}	9.5 ^b	9.7 ^{ab}
Total	12.4 ^a	12.0 ^{ab}	11.6 ^b	11.8 ^{ab}
DCP intake (% of requirement*)	119 ^a	115 ^b	110 ^c	100 ^d
TDN intake (% of requirement*)	103 ^a	99 ^b	100 ^{ab}	99 ^b

Values followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

* Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1987).

APGAR et al.¹⁾はアルファルファのサイレージや乾草の乾物摂取量はオーチャードグラスのそれらよりも有意に多いことを、また、THOMAS et al.¹¹⁾はアカクロバ1番草サイレージの乾物摂取量はペレニアルライグラス1番草サイレージよりも有意に多いことを報告している。このようにマメ科牧草の乾物摂取量はイネ科牧草よりも多いことが一般的に認められており、その理由としてマメ科牧草のNDF含量がイネ科牧草に比べて低いことが考えられている¹³⁾。また、マメ科牧草(アルファルファ)給与時の不消化NDFの排泄量がイネ科牧草(オーチャードグラス)給与時に比べて多いこともその要因の一つとしてあげられている^{6,7)}。

DCPとTDNの摂取量を表6に示した。牧草サイレージおよび粗飼料からのDCP摂取量はアルファルファ1番草区において最も多く、次いでアカクロバ1番草区であり、この両区はアカクロバ2番草区およびチモシー1番草区より有意に多かった。全飼料からのDCP摂取量もこれらと同じ順序であった。DCP充足率はアルファルファ1番草区が最も高く、アカクロバ1番草区、アカクロバ2番草区、チモシー1番草区の順に低下し各処理区間に有意差が認められ

たが、いずれも100%以上であった。一方、TDN摂取量についてみると、牧草サイレージからの摂取量ではアルファルファ1番草とアカクロバ1番草の両区が最も多く、次いでチモシー1番草区、アカクロバ2番草区の順序であり、前2区とアカクロバ2番草区の差は有意であった。粗飼料および全飼料からのTDN摂取量においても同じ傾向であり、アルファルファ1番草区とアカクロバ2番草区の差は有意であった。TDN充足率ではアルファルファ1番草区がアカクロバ1番草区およびチモシー1番草区に比べて有意に高かったが、その差は小さかった。

乳量、乳組成および体重を表7に示した。実乳量ではアルファルファ1番草区が最も多く、ついでアカクロバ1番草区、チモシー1番草区、アカクロバ2番草区の順序であり、アルファルファ1番草区とアカクロバ2番草区およびチモシー1番草区との間に、またアカクロバ1番草区と同2番草区との間に、それぞれ有意差が認められた。4%FCM量ではアルファルファ、アカクロバおよびチモシーの各1番草区の間には差がなく、これらの3区はアカクロバ2番草区より有意に多かった。

Table 7. Mean daily milk production, milk composition, and body weight

	Supplemental silage			
	First cutting alfalfa	First cutting red clover	Second cutting red clover	First cutting timothy
Milk production (kg)				
Actual	21.0 ^a	20.9 ^{ab}	19.6 ^c	19.9 ^{bc}
4%FCM	21.1 ^a	20.9 ^a	19.8 ^b	20.9 ^a
Milk composition (%)				
Total milk solids	12.99 ^{ab}	12.96 ^b	13.11 ^{ab}	13.28 ^a
Fat	4.08 ^{ab}	4.01 ^b	4.10 ^{ab}	4.35 ^a
SNF	8.91	8.95	9.01	8.93
Protein	3.53	3.52	3.53	3.55
Body weight (kg)	668	663	654	657

Values followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

牛乳の全固形分率および脂肪率ではチモシー1番草区が最も高く、アカクロバ2番草区、アルファルファ1番草区、アカクロバ1番草区の順序であり、チモシー1番草区とアカクロバ1番草区との差は有意であった。牛乳のSNF率および蛋白質率ならびに体重

では各処理区間に有意差が認められなかった。

マメ科牧草の給与と乳量、乳成分の関係についてAPGAR et al.¹⁾はアルファルファのサイレージと乾草の給与区はオーチャードグラスのそれらを給与した区に比べて4%FCM量が有意に多く、SNF率が僅

かではあるが有意に高く、乳脂率では差の無いことを報告している。また、THOMAS et al.¹¹⁾はアカクローバ1番草サイレーズ給与区ではペレニアルライグラス1番草サイレーズ給与区に比べて実乳量が有意に高く乳蛋白質率では差がなく、乳脂率が有意に低いことを報告している。本試験の処理条件はこれらの試験と異なるので結果の比較は困難であるが、アルファルファサイレーズの産乳価値はイネ科牧草サイレーズに比べてやや高いことやアカクローバ1番草サイレーズでは実乳量は増加するが乳脂率が低下するなどの点で一致していた。アカクローバ1番草サイレーズ給与における乳脂率低下の要因として第一胃発酵の変化や植物性発情ホルモンの影響が考えられるが明らかではないとしている¹²⁾。

以上、本試験では飼料成分、乾物摂取量、DCPおよびTDNの摂取量、乳量、乳組成などから総合的に判断して、トウモロコシサイレーズ主体飼養において併給する牧草サイレーズとしてはアルファルファ主体1番草が最も優れており、次いでアカクローバ主体1番草、チモシー1番草の順であり、アカクローバ主体2番草はこれらより劣ると考えられた。

文 献

- 1) APGAR, W.P., C.H. RAMAGE, and R.E. MATHER: Nitrogen-fertilized orchardgrass compared with alfalfa at different levels of concentrate feeding for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 49: 1033-1037. (1966).
- 2) 坂東 健・出岡謙太郎・岡本全弘・曾根章夫: チモシー乾草とトウモロコシサイレーズの採食比率が飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響. *新得畜試研究報告*, 16: 1-7. (1988).
- 3) BATH, D.L., F.N. DICKINSON, H.A. TUCKER and R.D. APPLEMAN: *Dairy Cattle: Principles, Practices, Problems, Profits.*, Third edition. 162-163. LEA & FEBIGER. Philadelphia.

hia. (1985).

- 4) GOERING, H.K. and P.J. VAN SOEST: Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). U.S.D. A., *Agr. Handb.* 379: 1-9. (1970).
- 5) 北海道立滝川畜産試験場: 道央地域における主要牧草の生育季節・番草別の栄養価と自由採食量. 昭和59年度北海道農業試験会議(成績会議)資料. (1985).
- 6) 石栗敏機: 中性デタージェント法によるオーチャードグラスの栄養価と自由採食量の評価. *日草誌*. 31: 315-321. (1985).
- 7) 石栗敏機: 中性デタージェント法によるアルファルファの栄養価と自由採食量の評価. *日草誌*. 32: 154-159. (1986).
- 8) 農林水産省農林水産技術会議事務局編: 日本飼養標準, 乳牛(1987年版). 中央畜産会, 東京. (1987).
- 9) 大山嘉信: サイレーズの品質評価について—フリーク法の改訂とその誤用—. *畜産の研究*, 33: 1216-1220. (1979).
- 10) 植物分析法委員会編: 栄養診断のための栽培植物分析測定法. 養賢堂. 東京 (1975).
- 11) THOMAS, C., K. ASTON and S.R. DALEY: Milk production from silage 3. A comparison of red clover with grass silage. *Anim. Prod.*, 41: 23-31. (1985).
- 12) 篤野 保・坂東 健・小倉紀美・蒔田秀夫・吉田悟: 草サイレーズの飼料成分, 化学的品質, 可消化養分含有率, 摂取量などにおける相関関係. *北海道立農試集報*, 17: 16-26. (1968).
- 13) WALDO, D.R. and N.A. JORGENSEN: Forages for high animal production: Nutritional factors and effects of conservation. *J. Dairy Sci.*, 64: 1207-1229. (1981).

Effects of Legume Silage Supplementation on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets

Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA

Summary

Twelve lactating Holstein cows were used in a 4 × 4 Latin-square design to evaluate the effects on feed intake and milk production of legume silage supplementation in corn silage-based diets. The forages used were (A) corn silage plus predominantly first cutting alfalfa silage, (B) corn silage plus predominantly first cutting red clover silage, (C) corn silage plus predominantly second cutting red clover silage, and (D) corn silage plus first cutting timothy silage (control). Corn silage was harvested at the yellow ripe stage. Forages for first cutting alfalfa, red clover and timothy silage were harvested on June 26, and the forage for second cutting red clover silage was harvested on September 9. Cows were fed roughage consisting of legume or grass silage and corn silage (1:2 dry matter ratio) ad libitum, and 1 kg of concentrate mixture with additional concentrate mixture being given at the rate of 1 kg per 2 kg of 4% fat-corrected milk over 17 kg per day.

The results obtained were summarized as follows.

- 1) Dry matter intake was significantly higher ($P < 0.05$) on A than on C and D.
- 2) DCP intake was significantly higher ($P < 0.05$) on A and B than on C and D. TDN intake was significantly higher ($P < 0.05$) on A than on C.
- 3) Actual milk production was significantly more ($P < 0.05$) on A than on C and D, and on B than on C. 4% fat-corrected milk production was significantly higher ($P < 0.05$) on A, B and D than on C. The percentages of total milk solids and milk fat were significantly higher ($P < 0.05$) on D than on B. The percentages of milk SNF and protein as well as body weight were not significantly different with these four forages.

Key words: corn silage, legume silage, feed intake, milk production.

*Present address: Hokkaido Prefectural Takikawa Animal Husbandry Experiment Station.

泌乳牛のトウモロコシサイレージ主体飼養における 窒素施肥量および刈取時期を異にする 牧草サイレージの併給効果

坂 東 健・出 岡 謙太郎*

トウモロコシサイレージ主体飼養において、窒素施肥量（少肥および多肥）および刈取時期（早刈および遅刈）を組み合わせることで調製した4種類の1番草サイレージの併給が飼料摂取量、乳量などに及ぼす影響についてホルスタイン泌乳牛8頭を供試してラテン方格法により検討した結果を得た。

1. 牧草サイレージのDCP含量は早刈が遅刈より高く、かつ同一刈取時期では窒素多肥が窒素少肥より高かった。また、TDN含量は早刈が遅刈より高く、窒素施肥量の影響は認められなかった。
2. 窒素多肥牧草サイレージの併給は窒素少肥牧草サイレージの併給に比べて、早刈において粗飼料からのDCP摂取量が有意に増加した。しかし、粗飼料からのTDN摂取量、乳量および乳組成には窒素施肥量の影響はほとんど認められなかった。
3. 早刈牧草サイレージの併給は遅刈牧草サイレージの併給に比べて、いずれの窒素施肥量においても粗飼料からのDCPとTDNの摂取量が有意に多く、また窒素少肥においては4%FCM量、乳全固形分率および乳脂率が有意に高かった。

前報²⁾では、トウモロコシサイレージ主体飼養において併給する粗飼料として同一原料草から調製した乾草と牧草サイレージを比較した場合に乳牛の養分摂取量、乳量、乳組成および体重にほとんど差異が認められないことを報告した。

一般に、牧草サイレージは乾草より早期に収穫することが可能であり、また、マメ科牧草でも調製が容易であるため、乾草に比べて可消化養分やミネラルの含量が高い。そのため牧草サイレージはトウモロコシサイレージ主体飼養において併給する粗飼料として望ましいと考えられる。そこで、併給する牧草サイレージの刈取時期や窒素施肥量などが乳牛の飼料摂取量や乳量にどのような影響を及ぼすかの知見が必要になる。しかし、これらについての検討は主に牧草サイレージを主体とする粗飼料構成^{7,12,15)}で行われており、トウモロコシサイレージを主体とし、これに牧草サイレージを併給する条件で検討した報告はほとんどみられない。

本報告では、トウモロコシサイレージ主体飼養において、窒素施肥量および刈取時期を異にして調製した1番草サイレージの併給が飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響について検討した。

試 験 方 法

北海道立新得畜産試験場内のチモン草草地を供試した。施肥量は窒素(N)を10a当たり7.5kg(以下少肥とする)と15.0kg(以下多肥とする)の2水準とし、リン酸(P₂O₅)とカリ(K₂O)を両水準とも、それぞれ10a当たり8.0kgと9.0kgとし、5月10日に施用した。1番草の刈取りは6月20日(出穂始、以下早刈とする)と7月16日(開花揃、以下遅刈とする)の2時期とし、刈取時期と窒素施肥量とを組み合わせることで4種類(早刈少肥、早刈多肥、遅刈少肥および遅刈多肥)の牧草サイレージを調製した。これらのサイレージはいずれも原料草を刈取り後、半日間程度予乾したのちハーベスタにより10~20mmに切断し、塔型サイロに詰め込み調製した。トウモロコシサイレージは早生品種「ワセホマレ」を用い10月9日(黄熟期)にハーベスタの設定切断長を10mmとして収穫し、塔型サイロに詰め込み調製した。

飼養試験は北海道立新得畜産試験場繋養の最高泌乳期を経過したホルスタイン泌乳牛8頭を供試し、採食量が個体ごとに測定できるスタンション型式の牛舎で1群2頭の4×4ラテン方格式により実施した。試験期間は1期21日間とし、各期とも最後の7日間を本期とした。

*現在 北海道立滝川畜産試験場

処理区は併給する牧草サイレージの違いにより早刈少肥区、早刈多肥区、遅刈少肥区および遅刈多肥区の4区とした。

牧草サイレージとトウモロコシサイレージの給与量は、両粗飼料を乾物比で1:2の割合で採食し、かつ給与粗飼料全体の10%程度の残食量が出るように毎日調整した。濃厚飼料(配合飼料+大豆粕)の給与量は1.5 kgを下限とし、このうち大豆粕の給与量は早刈少肥区、早刈多肥区、遅刈少肥区および遅刈多肥区でそれぞれ0.7, 0.3, 1.5および1.1 kgとした。1日当たりの4%FCM量が18kg以上ではこれを超えた乳量の1/2量の配合飼料を下限量に加えた。飼料の給与回数は6時(朝)、13時(昼)および16時(夕)の3回とし、粗飼料は朝と夕に牧草サイレージ、昼にトウモロコシサイレージを給与した。濃厚飼料は3回に分けて粗飼料と同時に給与した。牛乳試料の採取は

Table 1. Chemical quality of silages.

	Moisture (%)	pH	Organic acid						Mark*	VBN** T-N
			Total	Lactic	Acetic	Propionic	Butyric	Vale-ric		
Grass silage	(%)		(% of fresh matter)							(%)
Early cutting and low nitrogen	62.9	4.79	1.16	0.59	0.06	0.04	0.45	0.02	25	7.8
Early cutting and high nitrogen	66.1	4.73	1.56	1.12	0.11	0.02	0.31	0	50	11.4
Late cutting and low nitrogen	73.9	3.94	1.88	1.37	0.22	0	0.29	0	54	8.0
Late cutting and high nitrogen	73.7	3.97	2.32	1.70	0.30	0.01	0.31	0	53	12.8
Corn silage	70.1	3.90	2.34	1.91	0.43	0	0	0	98	7.8

* Estimated by FLIEG's standard (1966).

** Ratio of volatile basic nitrogen to total nitrogen.

Table 2. Chemical composition of feeds.

	Dry matter (%)	Crude protein	Ether extract	N-free extract	Crude fiber	Crude ash	NDF	ADF	Ca	P	Mg
Grass silage	(%)										
Early cutting and low nitrogen	37.1	13.7	4.4	41.4	32.9	7.6	60.9	36.5	0.28	0.34	0.19
Early cutting and high nitrogen	33.9	19.1	5.1	36.0	32.2	7.6	57.9	35.4	0.29	0.40	0.21
Late cutting and low nitrogen	26.1	9.4	3.5	42.9	37.5	6.7	66.2	42.1	0.30	0.26	0.18
Late cutting and high nitrogen	26.3	12.2	3.8	41.3	35.6	7.1	63.2	41.4	0.30	0.30	0.20
Corn silage	29.9	8.4	3.5	62.7	20.3	5.1	39.5	25.0	0.19	0.22	0.12
Concentrate mixture	85.7	19.7	3.1	62.4	6.9	7.9	22.9	9.5	0.90	0.92	0.34
Soybean meal	86.0	53.8	1.1	33.2	5.5	6.4	13.5	7.8	0.27	0.68	0.31

各期の最後の2日間、体重の測定は各期の最後の3日間、それぞれ連続して実施した。飼料の一般組成、サイレージの有機酸組成、揮発性塩基態窒素および乳成分の分析法、並びに統計処理の方法は前報³⁾と同様とした。飼料のNDFとADFはGOERING and VAN SOESTの方法⁵⁾、リンはバナドモリブデン酸法¹⁴⁾、カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光光度法¹⁴⁾により、それぞれ分析した。サイレージの評点はフリーク評価法¹³⁾により実施した。供試粗飼料および配合飼料の栄養価は去勢雄めん羊を用いた消化試験から求めた。大豆粕の栄養価は日本標準飼料成分表¹⁰⁾に記載されている消化率を用いて算出した。泌乳牛のDCPとTDNの要求量は日本飼養標準(乳牛)¹¹⁾から算出した。

サイレージの発酵品質を表1に、飼料成分を表2に示した。

試験結果および考察

サイレージの消化率および栄養価を表3に示した。牧草サイレージの粗蛋白質の消化率およびDCP含量は早刈が遅刈より高く、また早刈および遅刈のいずれにおいても多肥が少肥に比べて高かった。また、乾物、NFEおよび粗繊維の消化率並びにTDN含量は早刈が遅刈より高く、窒素施肥量間ではほとんど差がなかった。これらの結果は既往の報告^{1,4,7,9)}とほぼ一致した。

飼料摂取量を表4に示した。牧草サイレージ、粗飼

料および全飼料からの乾物摂取量はいずれも早刈少肥区が最も高く、次いで早刈多肥区であり、遅刈の両区が最も低かったが、各処理区間の差は有意でなかった。体重当たりの乾物摂取量もこれと同様の傾向であった。鷹野ら¹⁵⁾は1番草サイレージ主体飼養においてその刈取時期が遅くなると乾物摂取量が低下することを認め和泉ら⁷⁾も刈取時期が遅くなると乾物摂取量が低下し、窒素施肥量は乾物摂取量に影響を及ぼさないことを報告しており、本試験もこれらと同様の傾向であった。

DCPとTDNの摂取量を表5に示した。牧草サイレ

Table 3. Digestibility and digestible nutrients of feeds

	Digestibility					Digestible nutrients	
	Dry matter	Crude protein	Ether extract	N-free extract	Crude fiber	DCP	TDN
Grass silage	(%)					(% of dry matter)	
Early cutting and low nitrogen	65.6	65.7	64.2	61.6	75.8	9.0	65.8
Early cutting and high nitrogen	65.8	72.3	67.6	58.8	74.3	13.8	66.7
Late cutting and low nitrogen	54.7	57.1	58.2	50.5	62.9	5.4	55.3
Late cutting and high nitrogen	54.7	62.7	60.8	48.5	63.4	7.6	55.4
Corn silage	66.6	56.4	81.7	73.2	57.9	4.7	68.8
Concentrate mixture	82.3	80.0	80.0	88.7	61.7	15.8	81.0
Soybean meal	-	92.0	84.0	94.0	74.0	49.5	86.9

Table 4. Mean daily dry matter intake

	Supplemental grass silage			
	Early cutting		Late cutting	
	Low nitrogen	High nitrogen	Low nitrogen	High nitrogen
Dry matter intake (kg)				
Grass silage	5.9	5.3	4.6	4.6
Corn silage	9.3	9.5	9.0	9.0
Concentrate mixture	3.1	3.6	2.5	2.9
Soybean meal	0.6	0.3	1.3	0.9
Forage total	15.2	14.8	13.6	13.6
Total	18.9	18.7	17.4	17.4
Dry matter intake (% of body weight)				
Grass silage	0.89	0.81	0.72	0.71
Corn silage	1.43	1.46	1.41	1.37
Concentrate mixture	0.47	0.54	0.39	0.45
Soybean meal	0.09	0.05	0.20	0.14
Forage total	2.32	2.27	2.13	2.08
Total	2.88	2.86	2.72	2.67

Table 5. Mean daily DCP and TDN intake

	Supplemental grass silage			
	Early cutting		Late cutting	
	Low nitrogen	High nitrogen	Low nitrogen	High nitrogen
DCP intake (kg)				
Grass silage	0.53 ^b	0.73 ^a	0.25 ^c	0.35 ^c
Corn silage	0.44	0.45	0.42	0.42
Concentrate mixture	0.49	0.56	0.40	0.46
Soybean meal	0.30	0.15	0.64	0.45
Forage total	0.97 ^b	1.18 ^a	0.67 ^c	0.77 ^c
Total	1.76 ^{ab}	1.89 ^a	1.71 ^b	1.68 ^b
TDN intake (kg)				
Grass silage	3.9 ^a	3.5 ^a	2.6 ^b	2.5 ^b
Corn silage	6.4	6.5	6.2	6.2
Concentrate mixture	2.6	2.9	2.1	2.4
Soybean meal	0.5	0.3	1.1	0.8
Forage total	10.3 ^a	10.0 ^a	8.8 ^b	8.7 ^b
Total	13.4 ^a	13.2 ^a	12.0 ^b	11.9 ^b
DCP intake (% of requirement*)	108 ^b	119 ^a	112 ^{ab}	109 ^b
TDN intake (% of requirement*)	97	98	92	92

Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

* Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1987).

Table 6. Mean daily milk production, milk composition, and body weight

	Supplemental grass silage			
	Early cutting		Late cutting	
	Low nitrogen	High nitrogen	Low nitrogen	High nitrogen
Milk production (kg)				
Actual	25.6 ^a	24.9 ^{ab}	24.3 ^{ab}	24.1 ^b
4%FCM	25.7 ^a	25.0 ^{ab}	23.7 ^b	23.9 ^b
Milk composition (%)				
Total milk solids	12.88 ^a	12.81 ^a	12.52 ^b	12.71 ^{ab}
Fat	4.07 ^a	4.02 ^{ab}	3.84 ^b	3.95 ^{ab}
SNF	8.81	8.79	8.68	8.76
Protein	3.47	3.46	3.39	3.41
Body weight (kg)	656	653	644	645

Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

ージおよび粗飼料からの DCP 摂取量では早刈多肥区が最も多く、次いで早刈少肥区、遅刈多肥区、遅刈少肥区の順に低下し、早刈多肥区、早刈少肥区および遅刈の両区の間有意差が認められた。以上の結果から、粗飼料からの DCP 摂取量を高めるためには牧草サイレーズの刈取時期を早めることと、早刈では窒素施肥

量を増加することが有効であると考えた。DCP の充足率では各処理とも DCP の不足を生じないように大豆粕の給与量を調整したために、いずれも 100% 以上であった。

牧草サイレーズ、粗飼料および全飼料からの TDN 摂取量は早刈の両区が遅刈の両区に比べて有意に多か

ったが、窒素施肥量間では有意差が認められなかった。TDN 充足率は早刈の両区が 97~98% と遅刈の両区の 92% より高かったが、その差は有意でなかった。粗飼料からの DCP と TDN の摂取量に関するこれらの結果は 1 番草サイレーズ主体飼養条件で検討した既往の報告^{7,15)}と同様の傾向であった。

乳量、乳組成および体重を表 6 に示した。4%FCM 量では早刈少肥区が最も多く、次いで早刈多肥区、遅刈の両区の順序であり、早刈少肥区と遅刈の両区の間有意差が認められた。以上のように本試験では乳量に対する刈取時期の影響が大きいものに対して、窒素施肥量の影響はほとんど認められなかった。これらの結果は 1 番草サイレーズ主体飼養条件で検討した既往の報告^{7,15)}とほぼ同様の傾向であった。

牛乳の各成分の含量においても、4%FCM 量と同様に早刈少肥区が最も高く、次いで早刈多肥区、遅刈多肥区、遅刈少肥区の順序であり、乳全固形分率では早刈の両区が遅刈少肥区より有意に高く、乳脂率では早刈少肥区が遅刈少肥区より有意に高かった。乳 SNF 率、乳蛋白質率および体重では各処理区間に有意差が認められなかった。1 番草サイレーズ主体飼養条件では、本報告と異なり早刈牧草サイレーズを給与しても乳脂率が有意に向上していない^{7,15)}。一方、出穂期に調製した牧草サイレーズや放牧草の単用に比べて、これにトウモロコシサイレーズを併給すると乳脂率が向上することが報告^{6,8)}されている。このような結果は栄養価の高い粗飼料とトウモロコシサイレーズの組合せは乳脂率を向上させる場合のあることを示唆している。その機序について今後究明する必要がある。

以上、トウモロコシサイレーズ主体飼養時に併給する牧草サイレーズにおいて、窒素施肥量は乳量および乳組成はほとんど影響を及ぼさなかったのに対して、刈取時期の影響は大きく、早刈が遅刈より望ましいことが明らかになった。

文 献

- 1) 安宅一夫・榎崎 昇：イネ科牧草サイレーズの発酵品質と栄養価に及ぼす窒素施肥の影響。酪農大紀要，7：55-62。(1977)。
- 2) 坂東 健・出岡謙太郎：トウモロコシサイレーズ主体飼養における牧草サイレーズの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響。新得畜試研究報告，17：7-12。(1990)。

3) 坂東 健・出岡謙太郎・岡本全弘・曾根章夫：チモシー乾草とトウモロコシサイレーズの採食比率が飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響。新得畜試研究報告，16：1-7。(1988)。

4) 坂東 健・齋野 保：いね科牧草サイレーズ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。北海道立農試集報，21：39-47。(1970)。

5) GOERING, H.K., and P.J. VAN SOEST: Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). U.S.D.A., Agr. Handb. 379: 1-9. (1970)。

6) 北海道立根拠農業試験場：放牧草の摂取量の季節変動および補助飼料の給与効果。昭和62年度北海道農業試験会議(成績会議)資料，(1988)。

7) 和泉康史・黒沢弘道・石田 亨・尾上貞雄・小倉紀美・蒔田秀夫：窒素施肥量が牧草サイレーズの飼料価値に及ぼす影響。日畜会報，53：313-320。(1982)。

8) 和泉康史・黒沢弘道・小倉紀美・石田 亨・尾上貞雄：牧草サイレーズ及びとうもろこしサイレーズの給与量が養分摂取量及び乳生産に及ぼす影響。日畜会報，53：686-691。(1982)。

9) 和泉康史・大橋尚夫・及川 寛：窒素施用水準および刈取時期が乾草とサイレーズの消化率および養分摂取量に及ぼす影響。日畜会報，43：603-610。(1972)

10) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本標準飼料成分表(1987年版)：64-65。中央畜産会，東京。(1987)。

11) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準，乳牛(1987年版)。中央畜産会，東京(1987)。

12) 小倉紀美・齋野 保：2 番草サイレーズの飼料価値に関する研究 第 1 報 1 番草早刈りサイレーズと 2 番草サイレーズの品質と飼料価値の比較。26：18-27。北海道立農試集報。(1973)。

13) 大山嘉信：サイレーズの品質評価について — フリーク法の改訂とその誤用 —。畜産の研究，33：1216-1220。(1979)。

14) 植物分析法委員会編：栄養診断のための栽培植物分析測定法。養賢堂，東京(1975)。

15) 齋野 保・坂東 健・蒔田秀夫・小倉紀美・吉田悟・坪松戒三：刈取時期別草サイレーズの化学的品質とその乳牛飼養効果比較試験。北農，35：25-32。(1968)。

Effects of Supplemental Grass Silages Differing in Nitrogen Fertilization Level and Harvest Date on Lactating Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets.

Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA*

Summary

Eight lactating Holstein cows were used in a 4×4 Latin-square design to evaluate the effects on feed intake and milk production of supplementing first cutting grass (timothy) silage differing in their levels of nitrogen fertilization (low, 7.5 kg/10 a, and high, 15.0 kg/10 a) and harvest dates (early cutting, June 20, early heading and late cutting, July 16, and full blooming) in corn silage-based diets. Cows were fed forage containing grass silage and corn silage (1:2 dry matter ratio) ad libitum and 1.5 kg of concentrate (concentrate mixture plus soybean meal) with additional concentrate mixture being given at the rate of 1 kg per 2 kg of 4% fat-corrected milk over 18 kg per day.

The DCP content of grass silage was higher on high level nitrogen fertilization than on low level nitrogen fertilization and also higher on early cutting than on late cutting. The TDN content was higher on early cutting than on late cutting. Supplementation with early cutting grass silage which had had high level nitrogen fertilization significantly ($P < 0.05$) increased DCP intake from forage compared with supplementon with early cutting grass silage which had had low level nitrogen fertilization. Compared with supplementation with late cutting grass silage, supplementation with early cutting grass silage significantly ($P < 0.05$) increased DCP and TDN intake from forage on low and high levels of nitrogen fertilization, and also significantly ($P < 0.05$) increased 4% fat-corrected milk production and the percentages of total milk solids and milk fat on low level of nitrogen fertilization.

Key words: corn silage, grass silage, nitrogen fertilization, harvest date, milk production

* Present address: Hokkaido Prefectural Takikawa Animal Husbandry Experiment Station.

最終刈取り時期がトールフェスク (*Festuca arundinacea* Schreb.) 「ホクリョウ」の耐凍性に及ぼす影響

竹田 芳彦*・山川 政明**・大原 益博***・川崎 勉****

土壌凍結地帯に位置する十勝地域において、トールフェスク「ホクリョウ」の最終刈取り時期（9月1日から10月20日まで、ほぼ10日間隔の6処理）が越冬性、特に、耐凍性に及ぼす影響を検討した。試験1では、薬剤を散布して雪腐病要因を除去した圃場条件で最終刈取り時期と耐凍性との関係を検討した。試験2では、人工凍結法によって分けつの耐凍性を検討した。

試験1の結果、最終刈取り時期は、越冬前の非構造性炭水化物含有率と越冬後における分けつの越冬性に大きな影響を及ぼしていた。9月30日刈取り区の非構造性炭水化物含有率および越冬性はその前後の刈取り処理区に比べて最も劣っていた。また、試験2の人工凍結による耐凍性検定の結果でも同様の傾向が認められた。以上のことから、当地域では、9月30日頃の刈取りが「ホクリョウ」の越冬体制、特に耐凍性に最も悪影響を及ぼすことが示唆された。

トールフェスク「ホクリョウ」は、農林水産省北海道農業試験場の場内に自生する生態型を母材として育成された合成品種であり、トールフェスクの中では最も晩生で、耐寒性に優れ、寒冷積雪地帯における肉牛用および乳用子牛育成用の放牧地向け品種としての利用が期待されている⁴⁾。

新得畜試では、これまでトールフェスク「ホクリョウ」について放牧用としての特性評価を行い^{5,6,11)}、本品種がこれまで道東地域の放牧地に多く用いられてきたオーチャードグラスと同程度かやや勝る季節生産性および放牧適性を持つことを明らかにしてきた。しかし、季節生産性に優れ、秋の生産性が高い草種や品種は越冬性で劣る傾向にあることが知られている¹⁾。雪腐病抵抗性や耐寒性は道東地方における越冬関連形質として重要である³⁾。トールフェスクのこれらに対する抵抗性はチモンシーやメドウフェスクより弱く、オーチャードグラスと同程度かやや弱いと言われている²⁾。

これまで、オーチャードグラスでは越冬性に対する栽培要因の反応がある程度明らかにされている。しかし、トールフェスクについては試験例が極めて少なく、「ホクリョウ」を土壌凍結地帯の道東で栽培していくためには、各種栽培要因が越冬性に及ぼす影響を把握

する必要がある。

本報では、越冬性に関与する各種栽培要因²⁾のうち刈取り条件^{8,12)}を取り上げ、年3回刈り条件における最終刈取り時期がトールフェスク「ホクリョウ」の越冬性、特に耐凍性に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

試験1 圃場条件における越冬性の差異

新得畜産試験場内試験圃場に1982年6月14日播種したトールフェスク「ホクリョウ」の単播2年目草地を供試した。播種量は10a当たり2kg、播種様式は散種で、処理までの栽培管理方法は全区同一とした。

最終刈取り時期は9月1日、9月9日、9月20日、9月30日、10月11日および10月20日の6水準とした。試験区の配置は乱塊法4反復で、1区面積は8㎡とした。4反復のうち1反復については株のサンプリング用とし、収量等の統計処理は残り3反復のデータを用いた。

処理年（1983年）には刈取り時における乾物収量、刈取り時、刈取り10日後および越冬直前における分けつ基部（約3cm）の全非構造性炭水化物（TNCと略記）を調査した。乾物収量は1区当たり5.2㎡を小型モーターで刈取り、生草量を秤量すると共に、各区とも生草約100gを3点づつ取り、これを100℃で乾燥して乾物率を求め、乾物収量を算出した。また、TNCはDale SMITHの方法¹⁵⁾によって分析した。

* 現在 北海道立根釧農業試験場

** 現在 北海道立滝川畜産試験場

*** 現在 北海道立中央農業試験場

**** 現在 北海道立天北農業試験場

処理翌年(1984年)の早春には、株を掘り取り、分げつ毎の越冬性を調査した。分げつの越冬性の調査のため、分げつを便宜上大分げつ、小分げつに分けた。大分げつはその腋芽に分げつが数本形成されている分げつであり、大分げつに形成されている小さな分げつを小分げつとした。越冬性の評価は分げつ基部をカッターで切断し、横断面の褐変程度から越冬性の良否を良、中、不良(枯死を含む)の3段階に区分した。各処理区の調査分げつ数は大分げつで約80本、小分げつで100~200本であった。収量調査は1番草(出穂期)について全処理区一斉刈りで行い、乾物収量は処理年と同様の方法で算出した。

なお、本地域は冬期間積雪が少ない土壤凍結地帯に位置しているため、越冬性では雪腐病と凍害が関与している³⁾。したがって、本試験では雪腐病要因を除去するため⁷⁾、根雪前にPCP水溶剤100倍液とチオファネートメチル水和剤1000倍液を10a当たり100ℓの割合で散布した。また、1983年から1984年にかけては供試圃場の積雪深およびメチレンブルー凍結深度計¹⁶⁾を用いて土壤凍結深を調査した。

試験2 凍結処理による耐凍性の差異

1984年、試験1と同一の草地を供試し、最終刈取り時期について前年同様の処理を行った。越冬前の11月24日に分げつを採取して、冠部凍結法¹³⁾に準じて耐凍性を検定した。すなわち、分げつ採取後その根を冠部から約0.5cm、地上部を同じく3~4cm残して切除し、水洗後分げつ20本を1単位としてアルミホイルに包んで脱気・密封した。これを温度調整可能な冷凍庫(精度±0.5℃)に入れ、3反復で凍結処理した。凍結温度は-8℃と-12℃の2水準で、温度低下速度は1時間に2℃とし、それぞれの設定温度で16時間凍結した。解凍後、バーミキュライト床に移植して、3週間後の再生状況を分げつ(試験1と同様、大分げつと小分げつに区分)毎に調査した。本試験では、地上部の再生が認められた分げつ数の割合を分げつの生存率、処理後新たに発根を認めた分げつ数の割合を分げつ発根率とした。また、処理後3週間に伸長した地上部(茎葉)の長さを生存分げつ毎に測定し、その合計値を生存分げつの伸長量とした。

結 果

試験1 圃場条件における越冬性の差異

乾物収量およびTNC含有率を表1に示した。最終刈取り時の乾物収量は、9月1日区から9月30日区まではほぼ直線的に増加したが、その後はほぼ一定であった。秋から越冬前までの分げつ基部のTNC含有率の推移をみると、9月下旬から急激に上昇し、10月中旬に最高となった。また、刈取り10日後におけるTNC含有率は、何れの刈取り処理時期とも低下していたが、もっとも低下した刈取り時期は9月20日区であり、次いで9月1日区、9月30日区であった。11月中旬のTNC含有率は、9月1日区、9月9日区および9月20日区では、それぞれの刈取り時の含有率以上になっていた。しかし、9月30日区、10月11日区および10月20日区ではいずれもそれぞれの刈取り時のレベルには回復していなかった。結果として、越冬直前における9月30日区のTNC含有率はその前後の刈取り時期より低かった。

本試験における越冬条件を表2に示した。積雪は全般に少なく、2月中旬までは20cm以下で経過した。土壤凍結は、11月下旬に始まり、最大で約40cmに達した。土谷¹⁶⁾によれば、積雪20cm以下の場合、地表温および地温は気温の影響を大きく受けるので、本試験の場合、トールフェスク「ホクリョウ」は相当程度の低温にさらされていたものと推定される。なお、供試圃場の融雪期は4月上旬で、土壤の融凍は5月上旬であった。

分げつの越冬性と1番草収量を表3に示した。越冬後の分げつの越冬性調査によれば、雪腐大粒菌核病および雪腐小粒菌核病による菌核は認められず、越冬性の良否は主として凍害によって左右されたと考えられた。分げつの越冬性は分げつの大きさで異なり、小分げつよりも大分げつで不良であった。前年秋の刈取り時期の影響を見ると、小分げつでは処理間差が認められないが、大分げつでは処理間差が明らかで、越冬性は9月30日区が最も不良であった。すなわち、処理間差は前年越冬前のTNC含有率を反映した傾向を示していた。また、1番草収量にも前年秋の刈取り時期の影響が認められ、9月30日区と10月11日区の収量が低かった。

Table 1. Effects of final cutting dates on dry matter yield and TNC content (%) of tall fescue, Hokuryo in autumn of treatment year

Final cutting dates	Dry matter yield at the cutting treatment (kg/10a)	TNC content ¹⁾ (%)		
		At the cutting treatment	10 days after the cutting	Just before winter (14 Nov.)
1 Sep.	190 d ²⁾	16.6	7.0	52.5
9 Sep.	257 c	17.5	14.7	47.3
20 Sep.	313 b	32.2	16.9	45.2
30 Sep.	439 a	36.3	27.5	28.9
11 Oct.	424 a	52.7	47.7	34.0
20 Oct.	445 a	51.6	—	40.7

1) TNC: total non-structural carbohydrate of tiller base.
2) Figures followed by the same letter do not differ significantly at 5% level.

Table 2. Frozen soil depth, snow depth and air temperature during the winter 1983-84.

		Frozen soil depth (cm)	Snow depth (cm)	Air temperature (°C)		
				Ave.	Max.	Min.
Dec.	early	12.2	0	-3.0	0.2	-6.2
	middle	15.8	3	-6.6	-3.0	-10.3
	late	17.7	19	-7.6	-3.1	-12.1
Jan.	early	20.8	15	-10.1	-4.0	-16.3
	middle	23.4	6	-8.9	-5.8	-11.9
	late	30.2	12	-10.4	-4.2	-16.6
Feb.	early	33.2	10	-9.9	-6.2	-13.6
	middle	35.7	11	-11.5	-5.6	-17.4
	late	39.0	23	-9.8	-5.2	-14.5
Mar.	early	40.2	24	-7.8	-2.4	-13.2
	middle	40.3	47	-5.8	-1.1	-10.4
	late	39.8	40	-6.2	-1.5	-10.9

Table 3. Effects of final cutting dates on percentage of tiller number classified by degree (non, slight, heavy) of winter injury and dry matter yield of tall fescue, Hokuryo in the spring of following year.

Final cutting dates	Tiller % classified						1st dry matter (kg/10a)
	mother tiller			daughter tiller			
	Non	Slight	Heavy ¹⁾	Non	Slight	Heavy	
1 Sep.	58.6	12.9	28.5	97.3	0.0	2.7	645 a
9 Sep.	55.0	25.0	20.0	100.0	0.0	0.0	503 bc
20 Sep.	32.9	24.3	42.8	98.3	0.0	1.7	539 b
30 Sep.	10.0	30.0	60.0	97.8	0.0	2.2	479 bc
11 Oct.	31.4	44.3	24.3	99.3	0.0	0.7	453 c
20 Oct.	20.0	44.0	36.0	99.0	1.0	0.0	535 b

1) Heavy contained dead tiller.

試験2 凍結処理による耐凍性の差異

耐凍性の検定温度は、 -8°C と -12°C の2水準であったが、後者の温度処理では9月9日区を除き分けつの再生が認められなかったため、 -8°C の結果を表4に示した。

大分けつと小分けつの生存率および発根率には、処理間で明瞭な差異が認められ、両者とも9月30日区が

最低で、耐凍性が弱かった。また、生存分けつの凍結処理後3週間における分けつの伸長量も同様の傾向であった。すなわち、分けつの耐凍性は試験1の越冬前のTNC含有率および大分けつの越冬性と同様の傾向を示していた。しかし、小分けつが大分けつと同様の凍害を受けた点については圃場条件の場合(試験1)と異なった。

Table 4. Effects of final cutting dates on cold hardiness¹⁾ of tiller of tall fescue, Hokuryo

Final cutting dates	Survival tiller (%)		Rooting tiller (%)	Elongation ²⁾ of tiller length for 3 weeks (cm)
	Mother	Doughter		
1 Sep.	73.4 a	74.3 a	83.3 ab	520 a
9 Sep.	76.7 a	91.6 a	90.0 a	422 ab
20 Sep.	33.3 bc	36.6 bc	46.7 bc	209 cd
30 Sep.	16.7 c	10.8 c	16.7 c	82 d
11 Oct.	33.4 bc	20.9 c	26.7 c	118 d
20 Oct.	56.7 ab	63.1 ab	40.0 b	282 bc

1) Freezing temperature : -8°C .

2) Elongation : total of 20 tillers.

考 察

本試験から3番草を刈取らない場合、トールフェスク「ホクリョウ」は、9月下旬まで地上部の生長を続ける。10月以降は地上部の生長を停止して光合成産物は主として地下部へ転流して蓄積され、ハードニングなど越冬のための準備段階に移行すると考えられる。

しかし、3番草を刈取ると、再生が始まるためTNCが消費される。そこで、その刈取り時期によっては越冬性や翌春の再生にとって重要なTNCが十分蓄積されず、圃場条件では大分けつの越冬性(耐凍性)や翌春の1番草収量にも悪影響を及ぼすと推察される。

人工凍結による耐凍性検定では、圃場条件とは異なり小分けつも大分けつと同様の凍害を受けた。圃場条件で小分けつの凍害が少なかった理由として、トールフェスクは地下器官型であり、分けつ芽が地下にあって冷却されにくい⁹⁾と考えられる。このことを考慮すれば、圃場試験と人工凍結による耐凍性検定の結果はよく一致し、積雪が極めて少ない年には圃場条件であっても小分けつの凍害発生の可能性があると考え

られる。

越冬期間における主要病害である雪腐大粒菌核病と耐凍性は、密接な関係があり、低温による組織の損傷(凍害)が本病発生の条件とも言われている^{7, 10, 14)}。したがって、本試験で認められたような越冬体制に悪影響を及ぼす時期の刈取りは、耐凍性の低下による直接的な凍害ばかりではなく、雪腐大粒菌核病の発生を助長する可能性も高いと考えられる。

文 献

- 1) 阿部二郎：牧草の越冬性に関する諸要因。育種学最近の進歩 第18集。67-94。(1977)。
- 2) 阿部二郎：寒地型牧草の越冬性。草地の生産生態。236-252。分永堂出版。初版。(1987)。
- 3) 安達 篤・阿部二郎・古明地通孝・能代昌雄・西村 格：牧草の越冬性 第3報 北海道主要気候帯における牧草の冬枯れとその要因に対する考察。北草研報, 21: 170-173。(1975)。
- 4) 川端習太郎・後藤寛治・森 行雄・雑賀 優・鈴木 茂・阿部二郎・高瀬 昇：トールフェスクの新

- 品種「ホクリョウ」および「ヤマナミ」について。北海道農試研究報告, 103: 1-22。(1972)。
- 5) 川崎 勉・蒔田秀夫：肉牛放牧におけるトールフェスク及びオーチャードグラス草地の家畜生産性。日草誌, 28(別号): 343-344。(1982)。
 - 6) 川崎 勉・竹田芳彦：トールフェスクの放牧利用性—トールフェスクおよびオーチャードグラスの採食性—。北草研報, 18: 174-177。(1984)。
 - 7) 能代昌雄・平島利明：牧草の耐凍性に関する研究 I。北海道根釧地方におけるイネ科牧草の凍害と雪腐大粒菌核病害。日草誌, 23(4): 289-294。(1978)。
 - 8) 能代昌雄・平島利明：根釧地方におけるオーチャードグラス草地の冬枯れ対策法 I。オーチャードグラス単播草地の周年的管理法。日草誌, 24(4): 277-284。(1979)。
 - 9) 能代昌雄：牧草の耐凍性に関する研究 III。数種牧草の器官別耐凍性。日草誌, 28(3): 239-246。(1982)。
 - 10) 尾崎政春：オーチャードグラス雪腐大粒菌核病の発生生態。北海道立農試集報, 42: 55-65(1979)。

- 11) 寒河江洋一郎・中辻浩喜・川崎 勉：トールフェスク・シロクローバ混播草地の牧養力(利用3年目)北草研報, 21: 195-197。(1987)。
- 12) 坂本宣崇・奥村純一：晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理 第1報 秋期の刈取り時期が翌春の収量に及ぼす影響。北海道立農試集報, 28: 22-32(1973)。
- 13) 嶋田 徹：オーチャードグラスの耐凍性検定法としての冠部凍結法の有効性。日草誌, 28(3): 247-252。(1982)。
- 14) 嶋田 徹・新発田修治・増山 勇・中川浩昭：十勝地方におけるオーチャードグラス雪腐大粒菌核病の被害と発生環境。北草研報, 21: 170-173。(1987)。
- 15) SMITH, D. (上野昌彦訳)：植物組織からの全非構造性炭水化物(TNC)の抽出および分析法。日草誌, 17(1): 75-82。(1971)。
- 16) 土谷富士夫：十勝地方における火山灰土壌の凍結凍上が農地に及ぼす影響に関する研究。学位論文, 1-166。(1986)。

Influence of Final Cutting Dates on the Freezing Hardiness of Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) , Hokuryo

Yoshihiko TAKEDA* , Masaaki YAMAKAWA** ,
Mashuhiro OHHARA*** , and Tsutomu KAWASAKI****

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of final cutting dates (1 Sep. to 20 Oct.) on winter injury, especially freezing damage, of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Hokuryo.

In the field test that Sclerotinia snow mold was controlled by sterilization, TNC (total non-structural carbohydrate) content just before winter was correlated with winter damage of tillers and cutting treatment of 30 Sep. caused lowest TNC content and most winterkilling. Similarly, SHIMADA's crown-freezing technique for the determination of the cold hardiness of tillers showed the most freezing damage of 30 Sep. cutting treatment.

On the basis of these results, it was suggested that tall fescue, Hokuryo had a critical period to the final cutting in autumn and there was the possibility that the cutting in this period decreased freezing hardiness and increased Sclerotinia snow mold which was promoted by freezing damage.

Key words : Cutting, Freezing hardiness, Hokuryo, Tall fescue.

* Present address : Hokkaido prefectural Konsen Agricultural Experiment Station.

*** Present address : Hokkaido prefectural Takikawa Animal Husbandry Experiment Station.

*** Present address : Hokkaido prefectural Central Agricultural Experiment Station.

**** Present address : Hokkaido Prefectural Tenpoku Agricultural Experiment Station.

Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Using Monoclonal Antibody for Detection of Bovine Rotavirus

Hiroshi TSUNEMITSU, Tsunao HIRAI, Hiromi YONEMICHI, Takuji KUDO,
Kiyokazu MORI and Sadao ONOE

Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station,
Shintoku, Hokkaido 081, Japan.

Hybridoma cells producing monoclonal antibodies to the NCDV strain of bovine rotavirus (BRV) were prepared with spleen cells of mice and myeloma cells. An enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was then developed with the monoclonal antibody that was considered to recognize common antigens of rotaviruses and anti-BRV (NCDV) guinea pig serum for detection of BRV. All of the 14 strains of BRV and each single strain of human, porcine, simian, equine and ovine rotaviruses were positive, but bovine coronavirus was negative in the ELISA. The ELISA allowed the detection of less than 24 ng purified single-shelled particles of BRV (NCDV) per ml. The ELISA was compared with a direct immunofluorescence using MA104 cells in the detection of BRV in 87 fecal samples from field diarrheic calves and in 127 fecal samples from 10 colostrum-deprived calves challenged with BRV. The agreement between these tests was 92% in feces from the field calves and 91% in those from the challenged calves. Using the ELISA, BRV was first detected from the challenged calves on 1 to 1.5 days after challenge, and virus shedding was observed until death occurred or for 4 to 6 days. These results suggested that the ELISA using monoclonal antibody is suitable for diagnosis of BRV infection in calves.

Bovine rotavirus (BRV) infections are a major cause of neonatal calf diarrhea throughout the world^{1,3,5,8,12,13}. Numerous diagnostic methods to detect BRV in feces were reported, for example, electron microscopy^{1,12,16}, immunofluorescence (IF) using cell cultures^{13,24}, reversed passive haemagglutination²³, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)^{16,17} and polyacrylamide gel electrophoresis of viral

RNA¹⁰. ELISA is a sensitive detection method and advantageous for handling large numbers of samples. Recently, many workers have reported that ELISA using monoclonal antibody was very specific and useful method for detection of human rotaviruses^{2,15,22}. However, there is only one report on ELISA using monoclonal antibody to detect BRV²⁰. This paper describes the application of a ELISA using monoclonal antibody that has been developed for detection of BRV from feces and the comparison of the ELISA with a direct IF using

Key words: bovine rotavirus, diagnosis, ELISA, monoclonal antibody.

MA104 cells in feces from field diarrheic calves and calves challenged experimentally with BRV.

MATERIALS AND METHODS

Viruses: The following cultivatable viruses were used in this study: human rotavirus Wa (subgroup 2, serotype 1), porcine rotavirus OSU (subgroup 1, serotype 5), simian rotavirus SA-11 (subgroup 1, serotype 3), equine rotavirus BI, ovine rotavirus I, which were kindly supplied by Dr. M. Shimizu (National Institute of Animal Health, Tsukuba), BRV NCDV (subgroup 1, serotype 6, bovine serotype 1), BRV KK-3 (bovine serotype 2) and bovine coronavirus NCDC, which were kindly supplied by Dr. Y. Murakami (National Institute of Animal Health, Kodaira). Additionally, 12 strains of BRV which had been isolated in our laboratory were also used. These viruses were serotyped by plaque reduction test as described previously²⁴⁾.

Fecal samples: Ten colostrum-deprived calves orally challenged with BRV as described previously²⁴⁾. Six of them were infected with NCDV of BRV and others were with KK-3 of BRV. Fecal samples were collected once or twice daily for the duration of the experiment.

Field investigations of outbreaks of calf diarrhea at 3 beef farms in Hokkaido were conducted. Eighty-seven fecal samples were collected from diarrheic calves on day 1 of diarrhea.

Fecal samples were diluted 1:10 in 10 mM PBS (pH 7.4), clarified by low-speed centrifugation (3000×g for 10 min) and examined for BRV by the ELISA and the direct IF using MA104 cells.

Preparation of purified BRV: NCDV of BRV grown in MA104 cells was purified at 4°C. Infected culture fluid was clarified by centrifugation at 5000×g for 20 min. The supernatant fluid was pelleted at 57000×g for 2 h

and resuspended in TSC buffer (pH 7.5; 0.05 M Tris-hydrochloride, 0.1 M NaCl, 1 mM CaCl₂). The virus suspension was then pelleted through a 30% (w/w) sucrose cushion by centrifugation at 78000×g for 2 h. The virus was resuspended in TSC buffer, layered onto preformed linear cesium chloride density gradients, and centrifuged at 78000×g for 16 h. The virus banding at 1.36 and 1.38 g/cm³ was collected, diluted in TSC buffer, and pelleted by centrifugation at 57000×g for 2 h. These pellets were resuspended in TSC buffer and used for preparation of antiserum and determination of sensitivity of the ELISA. Protein content of the purified virus was determined by the Lowry method¹¹⁾.

Preparation of antiserum: Antiserum to NCDV of BRV was prepared from a guinea pig by immunization with purified double-shelled particles emulsified with Freund's adjuvant. This antiserum was used as capture antibody for the ELISA.

Preparation of mouse hybridoma cells: Six-week-old BALB/c mice were injected intraperitoneally with 50 μl of purified double-shelled particles of BRV (NCDV) mixed with an equal volume of Freund's incomplete adjuvant. After 2 weeks, 100 μl of purified double-shelled particles were injected intraperitoneally. After 3 days, mice were sacrificed and their spleen cells were mixed with Sp 2/0Ag14 myeloma cells and fused with 50% polyethylene glycol 4000 (Merck), following the method described by H. B. Greenberg et al⁹⁾. Screening was performed by indirect IF and cloning was carried out by limiting dilution with thymocyte feeder layers. The monoclonal antibody 3AE8, which reacted with all of the cultivatable rotaviruses in this test by indirect IF, was obtained by injecting intraperitoneally the 10⁷ hybridoma cells producing 3AE8 into pristane-treated BALB/c mice and harvesting the ascitic fluid. IgG was prepared

from the ascitic fluid by ammonium sulfate precipitation and used as detecting antibody for the ELISA.

ELISA procedure: Polystyrene microtiter plates (Nunc) were coated with 100 μl of an optimal dilution of hyperimmune or preimmune guinea pig anti-BRV serum diluted in 0.1 M carbonate-bicarbonate buffer (pH 9.6) and kept overnight at 4°C. The plates were then washed 3 times with PBS containing 0.05% Tween 20 (PBST) and blocked with 1% bovine serum albumin in PBS for 1 h at room temperature. After washing 3 times with PBST, fecal suspension which had been diluted 1:3 in PBS containing 0.1% Tween

20 and 0.01 M EDTA or serial 4-fold dilutions of purified single-shelled particle of BRV in PBST were added, and plates were incubated for 2 h at 37°C. After 4 washing with PBST, 100 μl of an optimal dilution of the monoclonal antibody 3AE8 diluted in PBST was added, and the plates were incubated for 1 h at 37°C. After 4 washing with PBST, 100 μl of an optimal dilution of peroxidase-conjugated rabbit anti-mouse immunoglobulin (Zymed) diluted in PBST containing 2% fetal calf serum, and the plates were incubated for 1 h at 37°C. After 6 washing with PBST, 200 μl of the substrate, 0.4 mg/ml of ortho-phenylenediamine (Sigma) and 0.2 μl/ml of

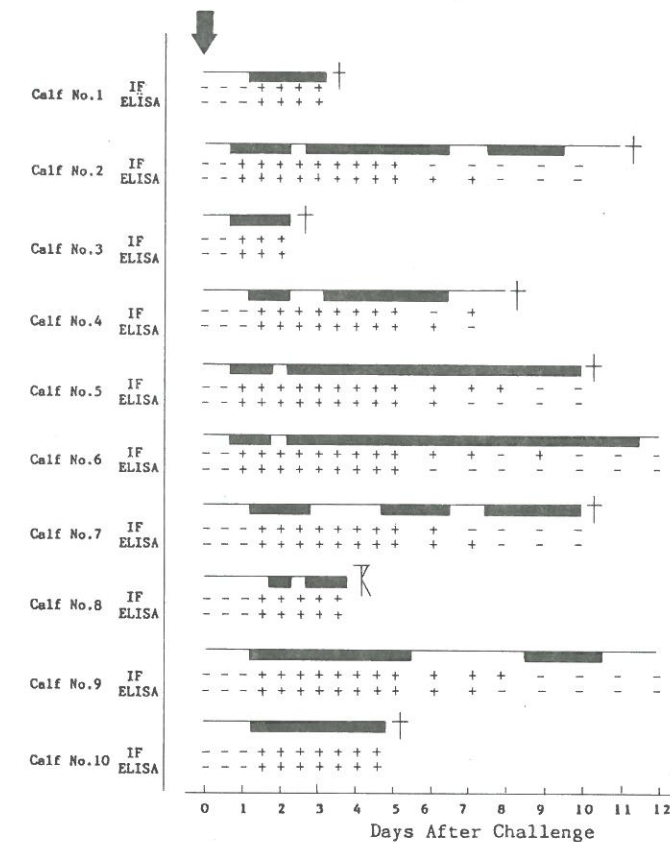


Fig. 1. Comparison of ELISA using monoclonal antibody and direct immunofluorescence (IF) using MA104 cells for detection of BRV from feces in colostrum-deprived calves after BRV challenge. Calves (No. 1-No. 6) were challenged with BRV-1 and calves (No. 7-No. 10) were challenged with BRV-2. ↓, BRV challenge; ■, Diarrhea; †, Death; K, Euthanasia; -, No virus detectable; +, Virus detectable.

30% H₂O₂ in phosphate citrate buffer (pH4.8) was added. After 15 min at room temperature, reactions were stopped by adding 100 μ l of 3 N H₂SO₄. The A₄₉₂ was read with a micro-ELISA reader (Corona). For each sample, the results were expressed as the ratio of the A₄₉₂ in wells coated with hyperimmune serum to the A₄₉₂ in wells coated with preimmune serum (P/N ratio). A P/N ratio of ≥ 2 and A₄₉₂ of > 0.1 were considered positive for the preliminary test with fecal samples lacking BRV. The wells containing substrate only were used to adjust the zero value given by the instrument.

Direct IF in MA104 cells: Fecal samples were examined for BRV by the direct IF in MA104 cells using Leighton tubes as described previously²⁴.

RESULTS

Reactivity of ELISA to viruses: The specificity of the ELISA for detection of BRV was initially evaluated with 14 strains of BRV, 5 strains of other rotaviruses and 1 strain of bovine coronavirus. Six of BRV isolated in our laboratory belonged to bovine serotype 1 and others of them to bovine serotype 2. All of the BRV, regardless of bovine serotype, were positive in the ELISA. All of other rotaviruses, which are human, porcine, simian, equine and ovine rotaviruses, were also positive in the ELISA. By contrast, bovine corona-

Table 1. Comparison of ELISA using monoclonal antibody and direct immunofluorescence (IF) using MA104 cells for detection of BRV from fecal samples in field diarrheic calves.

		Direct IF	
		Positive	Negative
ELISA	Positive	22 (25.3%)	4 (4.6%)
	Negative	3 (3.4%)	58 (66.7%)

virus NCDC was negative in the ELISA.

Comparison of ELISA and direct IF: In fecal samples obtained from calves challenged with BRV, BRV was first detected by the ELISA and the direct IF on postinoculation days 1 or 1.5, which coincided with the onset of diarrhea except calf No.8 in which BRV was detected before the onset of diarrhea (Fig.1). Positive reactions in the ELISA persisted until death occurred or for 4 to 6 days. An agreement of 91% between the ELISA and the direct IF in 127 fecal samples from these calves was reached. Eighty seven fecal samples collected in field investigations were tested for BRV by the ELISA and the direct IF. Twenty two samples were positive and 58 were negative for BRV in the both tests (Table 1). The agreement between the ELISA and the direct IF was 92% in these samples.

Sensitivity of ELISA: The sensitivity of the ELISA for detection of BRV was evaluated by testing purified single-shelled particles of BRV serially diluted in PBST. Figure 2 showed dose-response curve of the ELISA for shingle-shelld particles. The ELISA allowed the detection of less than 24 ng/ml of these particles.

DISCUSSION

Rotaviruses are divided into 5 groups, tentatively designated as group A, B, C, D and E based on serological and genome analysis,

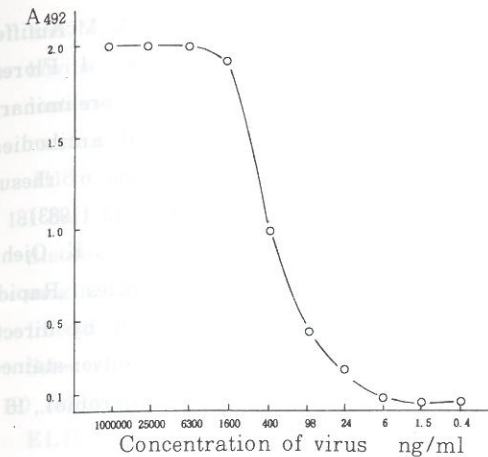


Fig. 2. Dose-response curve for single-shelled BRV particles in ELISA using monoclonal antibody.

and each group of rotaviruses shares its own common group antigens¹⁸). Group A rotaviruses are conventional rotaviruses and a major agent to cause viral diarrhea of young animals and children. The common group antigens of group A rotaviruses are situated in the inner capsid and called as VP6⁷). Recent studies have indicated that there are at least 2 serotypes of BRV^{14, 21, 25}), and both viruses have spread widely among cattle in Japan^{14, 24}). The monoclonal antibody 3AE8 reacted with not only both serotypes of BRV but also human, porcine, simian, equine and ovine rotaviruses by the indirect IF and the ELISA. This results suggested that the monoclonal antibody 3AE8 is a group specific antibody and recognizes VP6. The ELISA using the monoclonal antibody 3AE8 may be able to use detect not only BRV but also group A rotaviruses from other species.

There have been several reports on false-positive results from ELISA using polyclonal antibodies for the detection of viruses in feces^{4, 6}). Most nonspecific reactivity is probably due to the specificity of polyclonal antibodies. There is a possibility that hyperimmune animals was infected naturally with some agents before immunization. By contrast, Monoclonal

antibodies are very useful to detect viruses in feces because these react only single antigenic determinants of viruses. The ELISA system using monoclonal antibody demonstrated highly specific reactivity because agreement between the ELISA and the direct IF was very high (92% in field samples and 91% in experimental samples) and the system reacted all of the cultivatable BRV but bovine coronavirus which is one of major viral agents causing calf diarrhea. The fecal samples which were negative in the ELISA and positive in the direct IF may contain antibodies agglutinating to BRV because feces containing antibodies sometimes cause false-negative reaction in ELISA for detection of BRV and bovine coronaviruses¹⁶).

The purified single-shelled particles of BRV were detected in less than 24 ng/ml by the ELISA. This sensitivity was estimated to be approximately 10⁷ particles per ml, which is equivalent to that of electron microscopy¹⁹).

In experimentally infected calves, first detection of BRV by the ELISA almost coincided with onset of diarrhea, and positive reaction in the ELISA persisted until death occurred or for 4 to 6 days. This result suggests that the sensitivity of the ELISA is adequate to detect BRV in etiological survey. The ELISA using monoclonal antibody is highly specific, sensitive and capable of testing large numbers of samples to examine BRV infection in calves.

ACKNOWLEDGEMENTS. We thank Mr. T. Sakurai and Ms. E. Matsumoto for capable technical assistance.

REFERENCES

- 1) Acres S. D., J. R. Sanders, and O. M. Radostis: Acute undifferentiated neonatal diarrhea of beef calves: the prevalence of enterotoxigenic E. coli, reo-like (rota) virus and other enteropathogens in cow-calf

- herd. *Can. Vet. J.*, 18 : 113 - 121. (1977).
- 2) Beards G. M., A. D. Campbell, N. R. Cottrell, J. S. M. Peiris, N. Rees, R. C. Sanders, J. A. Sanders, J. A. Shirley, H. C. Woode and T. H. Flewett : Enzyme-linked immunosorbent assays based on polyclonal and monoclonal antibodies for rotavirus detection. *J. Clin. Microbiol.*, 19 : 248-254. (1984).
- 3) Bellinzoni R. C., N. Mattion, J. L. LaTorre and E. A. Scodeller : Incidence of rotavirus in beef herds in Argentina. *Res. Vet. Sci.*, 42 : 257-259. (1987).
- 4) Brandt C. D., W. J. Kim, W. J. Rodriguez, L. Thomas, R. H. Yolken, J. O. Arrobio, A. Z. Kapikian, R. H. Parrott and R. M. Chanock : Comparison of direct electron microscopy, immune electron microscopy, and rotavirus enzyme-linked immunosorbent assay for detection of gastroenteritis viruses in children. *J. Clin. Microbiol.*, 13 : 976-981. (1981).
- 5) Castrucci G., F. Frigeri, M. Ferrari, V. Cilli, G. Donelli, G. Angelillo and M. Bruggi : A study of cytopathic rotavirus strains isolated from calves with acute enteritis. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.*, 6 : 253 - 264. (1983).
- 6) Callebaut P., P. Debouk and M. Pensaert : Enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of the coronavirus-like agent and its antibodies in pigs with porcine epidemic diarrhea. *Vet. Microbiol.*, 7 : 295-306. (1982).
- 7) Cukor G. and N. R. Blacklow : Human viral gastroenteritis. *Microbiol. Rev.*, 48 : 157-179. (1984).
- 8) DeLeeuw P. W., D. J. Ellens, P. J. Straver, J. A. M. van Balken, A. Moerman and T. Baanivinger : Rotavirus infections in calves in dairy herds. *Res. Vet. Sci.*, 29 : 135 - 141. (1980).
- 9) Greenberg H. B., J. Valdesuso, K. van Wyke, K. Midthum, M. Walsh, V. McAuliffe, R. G. Wyatt, A. R. Kalica, J. Flores and Y. Hoshino : Production and preliminary characterization of monoclonal antibodies directed at two surface proteins of rhesus rotavirus. *J. Virol.*, 47 : 267-275. (1983).
- 10) Herring A. J., N. F. Inglis, C. K. Ojeh, D. R. Snodgrass and J. D. Menzies : Rapid diagnosis of rotavirus infection by direct detection of viral nucleic acid in silver-stained polyacrylamide gels. *J. Clin. Microbiol.*, 16 : 473-477. (1982).
- 11) Lowry O. H., N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall : Protein measurement with the Folin Phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 265-275. (1951).
- 12) McNulty M. S., J. B. McFerran, D. G. Bryson and E. F. Rogan : Studies on rotavirus infection and diarrhea in young calves. *Vet. Rec.*, 99 : 229 - 230. (1976).
- 13) Murakami Y., N. Nishioka, Y. Hashiguchi and C. Kuniyasu : Primary isolation of cytopathic bovine rotaviruses on fetal rhesus monkey kidney cells. *Vet. Microbiol.*, 8 : 135 - 139. (1983).
- 14) Murakami Y., N. Nishioka, Y. Hashiguchi and C. Kuniyasu : Serotypes of bovine rotaviruses distinguished by serum neutralization. *Infect. Immun.*, 40 : 851 - 855. (1983).
- 15) Pacini D. L., M. T. Brandy, C. T. Budde, M. J. Connell, V. V. Hamparian and J. H. Hughes : Polyacrylamide gel electrophoresis of RNA compared with polyclonal and monoclonal-antibody-based enzyme immunoassays for rotavirus. *J. Clin. Microbiol.*, 26 : 194-197. (1988).
- 16) Reynolds D. J., D. Chasey, A. C. Scott and J. C. Bridger : Evaluation of ELISA and electron microscopy for the detection of coronavirus and rotavirus in bovine faeces. *Vet. Rec.*, 21 : 397-400. (1984).
- 17) Saif L. J., D. R. Redman, K. L. Smith and K. W. Theil : Passive immunity to bovine rotavirus in newborn calves fed colostrum supplements from immunized or nonimmunized cows. *Infect. Immun.*, 41 : 1118 - 1131. (1983).
- 18) Saif L. J. and K. W. Theil : Antigenically distinct rotaviruses of human and animal origin. pp. 208 - 214. *In* Tzipori, S. (ed.), *Infectious diarrhea in the young*. Elsevier Science Publishing, Inc., New York. (1985).
- 19) Scherrer R., G. Corthier and R. L'Haridon : ELISA for detection of rotavirus and rotavirus/antibody complexes in faeces. pp. 40-48. *In* DeLeeuw P. W. and Guinee P. A. W. (ed.), *Laboratory diagnosis in neonatal calf and pig diarrhea*. Martinus Nijhoff Publishers, The Netherlands. (1981).
- 20) Shimizu M., Y. Murakami, N. Nishioka, K. Satou, H. Tsunemitsu and T. Tanabe : Detection of bovine rotavirus by enzyme-linked immunosorbent assay using monoclonal antibody. *Bull. Natl. Inst. Anim. Health.*, 93 : 19-24. (1989).
- 21) Snodgrass D. R., C. K. Ojeh, I. Campbell and A. Herring : Bovine rotavirus serotypes and their significance for immunization. *J. Clin. Microbiol.*, 20 : 342-346. (1984).
- 22) Taniguchi K., T. Urasawa, S. Urasawa and T. Yasubara : Production of subgroup-specific monoclonal antibodies against human rotaviruses and their application to an enzyme-linked immunosorbent assay for subgroup determination. *J. Med. Virol.*, 14 : 115-125. (1984).
- 23) Tsunemitsu H., T. Kudo, T. Hatta, K. Mori, S. Onoe, T. Hirai and M. Shimizu : Detection of bovine rotavirus and K99⁺ *Escherichia coli* from calf diarrhea on a closed beef cow-calf farm. *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, (in Japanese) . 39 : 631-635. (1986).
- 24) Tsunemitsu H., M. Shimizu, T. Hirai, H. Yonemichi, T. Kudo, K. Mori and S. Onoe : Protection against bovine rotaviruses in newborn calves by continuous feeding of immune colostrum. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 51 : 300 - 308. (1989).
- 25) Woode G. N., N. E. Kelso, T. F. Simpson, S. K. Gaul, L. E. Evans and L. Babiuk : Antigenic relationships among some bovine rotavirus serum neutralization and cross-protection in gnotobiotic calves. *J. Clin. Microbiol.*, 18 : 358-364. (1983).

単クローン抗体を用いた牛ロタウイルス検出用 固相酵素免疫測定法

恒光 裕・平井 綱雄・米道 裕彌
工藤 卓二・森 清一・尾上 貞雄

牛ロタウイルスNCDV株に対する単クローン抗体産生細胞をマウスの脾細胞とミエローマ細胞を融合して作出した。次に、ロタウイルスに対する共通抗原を認識すると考えられる単クローン抗体と抗牛ロタウイルスNCDV株モルモット血清を用いて、固相酵素免疫測定法（以下、エライサ法）により牛ロタウイルスの検出を行った。エライサ法により牛ロタウイルス14株はすべて陽性を示した他、人ロタウイルス、豚ロタウイルス、猿ロタウイルス、馬ロタウイルスおよび羊ロタウイルスの各々1株も陽性となったが、牛コロナウイルスは陰性を示した。牛ロタウイルスNCDV株の一重粒子に対するエライサ法の検出限界は24ng/ml

以下を示した。次に、野外下痢便ならびに牛ロタウイルスで攻撃した初乳未摂取子牛の糞便を用いて、エライサ法とMA 104細胞を用いた蛍光抗体法により牛ロタウイルスの検出を行った。両法の一致率は野外例で92%、攻撃試験例で91%を示した。また、攻撃試験例においては、エライサ法により攻撃1～1.5日後から牛ロタウイルスが検出され、ウイルスの排出は、本法により子牛の死亡時まで、あるいは4～6日間認められた。これらの成績から、単クローン抗体を用いたエライサ法は、子牛の牛ロタウイルス病の診断に有効と考えられた。

ホルスタイン去勢牛の育成期における トウモロコシサイレージ給与量が 産肉性に及ぼす影響

西邑 隆徳・佐藤 幸信・斉藤 利朗・裏 悦次

ホルスタイン去勢牛27頭を供試し、育成期におけるトウモロコシサイレージ給与量が肥育期における増体ならびに産肉性に及ぼす影響について検討した。4か月齢から9か月齢までを育成期とし、日増体量1.4kgを目標として濃厚飼料と乾草を給与するⅠ区、日増体量1.2kgを目標として体重比2%のトウモロコシサイレージ、乾草および濃厚飼料を給与するⅡ区、日増体量1.0kgを目標として体重比5%のトウモロコシサイレージ、乾草および濃厚飼料を給与するⅢ区を設けた。9か月齢から19か月齢までの肥育期においては同一混合飼料（T D N比で濃厚飼料50%、乾草5%、トウモロコシサイレージ45%）を給与し肥育した。屠殺解体は9、14および19か月齢に実施し、肉量、肉質の変化を調べた。

育成終了時の体重はⅠ区328kg、Ⅱ区305kg、Ⅲ区286kgで、Ⅰ区に対してⅡ区は94%、Ⅲ区は89%であった。肥育全期において、Ⅲ区はⅠ区に比べ高い増体を示し、肥育終了時体重は687kgでⅠ区の98%であった。しかしⅡ区の増体はⅠ区よりも低く、肥育終了時体重は657kgでⅠ区の94%にとどまった。

枝肉形質に対しては育成期のトウモロコシサイレージ給与量の影響はみられなかったが、胸最長筋の理化学的性質については、水分、粗脂肪含量、脂肪の融点および肉色a*値に対して、その効果が有意となった。一方、屠殺月齢の効果はほとんどの項目に対して有意となり、屠殺月齢が肉量および肉質に大きく影響することが示された。

肥育期の脂肪の蓄積動向を調べた結果、内臓、皮下および筋間脂肪は育成終了時に差がみられたが、肥育開始5か月後の14か月齢ではほとんど差はみられなくなった。一方、筋肉内粗脂肪含量は19か月齢においても区間差がみられ、Ⅲ区はⅠ区およびⅡ区に比べて低い値であった。

ホルスタイン去勢牛の育成肥育は濃厚飼料多給方式が一般的である。この方式は発育が良く肥育期間が短いこと、飼養管理が単純で多頭飼育が可能なこと、枝肉市場での肉質評価も比較的良いなどの長所がある。しかし、濃厚飼料多給に起因する各種肥育障害の発生とこれによる肥育効率の低下が問題となってきている²¹⁾。一方、粗飼料多給方式では濃厚飼料を節減でき、粗飼料基盤が十分な条件では生産コストを低減できる可能性が大きいと考えられ、放牧を取り入れた方式あるいは自給飼料を多給した方式について様々な検討がなされてきた^{1, 20)}。しかし、これらの方式では、濃厚飼料多給方式と比較して出荷時期の遅れが問題となる。

そこで、濃厚飼料多給方式と同一月齢で同一体重に仕上げることを目的として、肥育前期に粗飼料を多給して、肥育後期に代償性成長の発現を期待する肥育方式が検討されてきた^{6, 14, 15, 19)}。しかし、ホルスタイン去勢牛の肥育のように出荷体重が大きく、かつ肥育期間の短い場合は、肥育期に高い増体が得られたとしても同一月齢までに濃厚飼料多給型と同一体重にするこ

とは難しく、また、肥育前期に粗飼料を多給しても肥育後期には濃厚飼料の給与割合をかなり高める必要があり、濃厚飼料の節減効果は小さいという報告もある¹⁵⁾。

濃厚飼料多給方式と同一月齢で同一体重に肥育することを目的に粗飼料を最大限に利用するためには、生理的に必要度が高く、体重当たりの乾物摂取量が相対的に高い育成段階での利用を拡大すべきと考えられる。トウモロコシサイレージは栄養価が高く、嗜好性も良いことから、肉用牛の肥育期における利用が検討され、十分な肥育効果が得られることが明らかにされている^{6, 15, 20)}。しかし、育成期からトウモロコシサイレージを給与した試験は少なく¹⁹⁾、育成期の給与が肥育期の発育ならびに肉量肉質に及ぼす影響については十分に検討されていない。

本試験では、ホルスタイン去勢牛のトウモロコシサイレージ通年給与による育成肥育方式において、育成期のトウモロコシサイレージ給与量が肥育期における増体成績ならびに産肉性に及ぼす影響について検討し

たので報告する。

材料と方法

供試牛は北海道立新得畜産試験場で哺育した4か月齢のホルスタイン去勢牛27頭であった。試験期間は1986年10月から1988年1月までの約15か月間で、4か月齢から9か月齢までを育成期、9か月齢から19か月齢までを肥育期とした。なお、肥育期は9か月齢から14か月齢を肥育前期、14か月齢から19か月齢を肥育後期とした。

表1に示したように、育成期には、日増体量1.4 kg

を目標として日本飼養標準¹³⁾に示された必要 TDN 量を充足するように濃厚飼料と乾草を給与する I 区、日増体量1.2 kgを目標として、トウモロコシサイレージを原物で体重比2%給与し不足 TDN 量を濃厚飼料と乾草で給与する II 区、日増体量1.0 kgを目標として、トウモロコシサイレージを原物で体重比5%給与し不足 TDN 量を濃厚飼料と乾草で給与する III 区を設けた。肥育期は3区とも同一混合飼料 (TDN 比でトウモロコシサイレージ:45%, 濃厚飼料:50%, 乾草5%)を自由採食させた。飼料の給与は群ごとに朝夕2回行った。水および鈣塩は自由摂取させた。

Table 1. Experiment design

Treatment group	Number of animals	Expected daily gain in the rearing period	Feeding method	
			Rearing period	Fattening period
I	9	1.4	concentrate mixture and hay	mixed ration (45% of corn silage, 5% of hay and 50% of concentrate mixture on TDN basis)
II	9	1.2	corn silage (2%/kg body weight), hay and concentrate mixture	50% of concentrate mixture on TDN basis)
III	9	1.0	corn silage (5%/kg body weight), hay and concentrate mixture	

供試飼料の成分は常法⁹⁾に従い、消化率はめん羊を用いて求めた。表2に供試飼料の成分を、表3に供試飼料の消化率および栄養価を示した。1986年10月から1987年10月に使用したトウモロコシサイレージの原料は「ダイヘイゲン」(糊熟後期~黄熟初期)であった。

Table 2. Chemical composition of feeds

	Dry matter	Crude protein	Ether extract	N-free extract	Crude fiber	Crude ash
	(%)			(% of dry matter)		
Corn silage						
1986.10 ~ 1987.10 * ¹	24.0	9.2	4.6	60.8	20.4	5.0
1987.11 ~ 1988.1 * ²	29.3	8.8	5.4	60.7	19.8	5.4
Hay * ³						
1986.10 ~ 1987.7	85.2	7.3	2.6	48.9	35.3	6.5
1987.8 ~ 1988.1	86.8	11.9	3.5	48.2	29.4	6.9
Concentrate						
mixture (for rearing)	88.1	15.3	4.8	65.2	7.2	7.6
mixture (for fattening)	87.9	14.7	3.9	66.0	6.9	8.5

*1: Material corn is 「Daiheigen」 (mid-dough stage).

*2: Material corn is 「Waseminori」 (early yellow ripe stage).

*3: Orchardgrass (first harvest)

Table 3. Digestibility and digestible nutrients of feeds

	Digestibility					Digestible nutrients	
	Dry matter	Crude protein	Ether extract	N-free extract	Crude fiber	DCP	TDN
	(%)					(% of dry matter)	
Corn silage							
1986.10 ~ 1987.10 * ¹	66.5	59.1	82.1	71.2	66.2	5.4	70.8
1987.11 ~ 1988.1 * ²	59.7	42.2	84.6	68.7	43.6	3.7	64.3
Hay * ³							
1986.10 ~ 1987.7	56.7	56.5	35.7	55.2	67.5	4.1	57.0
1987.8 ~ 1988.1	50.2	51.5	44.2	48.7	57.9	6.1	50.2
Concentrate							
mixture (for rearing)	75.3	76.1	81.5	85.1	73.6	11.6	81.2
mixture (for fattening)	78.8	74.8	94.0	87.7	78.5	11.0	82.6

*1: Material corn is 「Daiheigen」 (mid-dough stage).

*2: Material corn is 「Waseminori」 (early yellow ripe stage).

*3: Orchardgrass (first harvest)

肥育期における体構成および肉質の変化を調べるために、9か月齢 (育成終了時)、14か月齢 (肥育前期終了時) および19か月齢 (肥育終了時) に各区から3頭ずつ屠殺解体して肉量、肉質を調査した。屠殺は十勝肉センターで行った。屠殺解体直後に、内容を除去し水洗いした第1胃と第2胃の合計重量、大網膜脂肪および腸間膜脂肪の重量を測定した。また、屠殺2日後の枝肉から腎臓脂肪を採取し重量を測定した。大網膜脂肪、腸間膜脂肪および腎臓脂肪の合計重量を内臓脂肪重量とした。枝肉は屠殺後2日間、冷蔵庫で放冷した後に重量を測定した。枝肉の左半丸は第7~8肋骨間で切開し、ロース芯面積および皮下脂肪厚を測定した。また、第9~11肋骨間ロース部を採取し、これを筋肉、骨、脂肪に分離し、各重量構成比を求め9~10~11ロース部構成とした。また、右半丸の正肉重量を測定し枝肉に対する重量割合を正肉歩留とした。

肉質調査のために、胸最長筋を採取し理化学的分析に用いた。水分および粗脂肪は常法⁹⁾により、総ヘム色素量は DRABUKIN の方法²⁾により測定した。また、ハイドロキシプロリン含量は GRAU and SCHWEIGER の方法³⁾により測定した。脂肪の融点は第7~8胸椎切断面の背部より背脂肪を採取し上昇融点を測定した。筋線維厚径は新鮮牛肉切片を用いて暗視野顕微鏡の接眼ミクロメーターで測定した。肉の色調は-1°Cで7

日間貯蔵した胸最長筋を1.5 cm厚にスライスした後、5°Cで貯蔵し3時間後の肉表面の色調を色彩色差計 (ミノルタ CR-100) を用いて測定した。

枝肉諸形質ならびに肉の理化学的性質に対する各要因の効果は最小二乗分散分析法⁴⁾により検討した。各形質に対しては育成期飼料と屠殺月齢、および育成期飼料と屠殺月齢との交互作用を含んだモデルを用いた。最小二乗分散分析には HARVEY の LSMLMW (1988)²²⁾を用い、最小二乗平均値の差の検定は直交比較検定によった。

結果および考察

増体成績を表4に示した。育成期の平均日増体量は I 区1.33 kg, II 区1.18 kg, III 区1.05 kg で、I 区に対して II 区は89%, III 区は79%であった。育成終了時の平均体重は I 区328 kg, II 区305 kg, III 区286 kg で I 区との体重差は II 区が23 kg, III 区が42 kgであった。肥育期においては、III 区の増体が良く、肥育前期の平均日増体量は I 区が1.27 kg, II 区が1.21 kgであったのに対して III 区は1.35 kgと大きい傾向を示した。肥育後期においては、I 区1.10 kg, II 区1.04 kg, III 区1.19 kgと各区とも前期の日増体量に比べて12~14%減少したが、III 区は後期においても約1.2 kgと良好な増体がみられた。肥育終了時の平均体重は I 区が最も大きく700 kg、次いで III 区の687 kg, II 区の657 kgであった。

Table 4. Performance of dairy steers

	I				II				III			
	9mon	14mon	19mon	Avg.	9mon	14mon	19mon	Avg.	9mon	14mon	19mon	Avg.
Rearing period												
Initial wt. (kg)	138	136	134	136	132	142	129	134	129	143	134	135
Final wt. (kg)	323	330	328	328	301	309	305	305	279	290	290	289
Daily gain (kg/day)	1.30	1.34	1.34	1.33	1.19	1.15	1.21	1.18	1.06	1.01	1.07	1.05
Early fattening period												
Final wt. (kg)	-	502	508	505	-	474	474	474	-	475	478	476
Daily gain (kg/day)	-	1.26	1.31	1.27	-	1.20	1.24	1.21	-	1.35	1.37	1.35
Late fattening period												
Final wt. (kg)	-	-	700	700	-	-	650	657	-	-	687	687
Daily gain (kg/day)	-	-	1.10	1.10	-	-	1.04	1.04	-	-	1.19	1.19
Total daily gain (kg/day)	1.30	1.30	1.23	-	1.19	1.18	1.16	-	1.06	1.18	1.21	-

岡田ら¹⁶⁾は粗飼料主体および濃厚飼料主体で育成されたホルスタイン去勢牛を濃厚飼料多給で肥育した結果、粗飼料区では肥育の初期に一時的な代償性成長がみられたと報告している。また、板倉ら⁶⁾は、育成期にトウモロコシサイレーズのみ給与した牛は肥育期に高い増体を示し、代償性成長がみられたと報告している。本試験では、育成期にトウモロコシサイレーズを多給したⅢ区で肥育前期に育成期の増体の遅れの取り戻しとも思われる良好な増体がみられた。

各期別の飼料採食量を表5に示した。育成期における1日当たりの採食量はⅠ区で乾草0.8kgおよび濃厚飼料5.6kg、Ⅱ区でトウモロコシサイレーズ4.3kg、乾草0.9kgおよび濃厚飼料4.1kg、Ⅲ区でトウモロコシサイレーズ9.3kg、乾草0.9kgおよび濃厚飼料1.8

kgであった。肥育期におけるトウモロコシサイレーズ、乾草および濃厚飼料の1日当たりの採食量はⅠ区でそれぞれ16.7kg、0.7kg、5.1kg、Ⅱ区でそれぞれ15.8kg、0.7kg、4.9kg、Ⅲ区でそれぞれ16.3kg、0.7kg、5.0kgであった。育成期と肥育期を合わせた1頭当たりの通算飼料採食量はⅠ区でトウモロコシサイレーズ5,256kg、乾草341kg、濃厚飼料2,379kg、Ⅱ区でトウモロコシサイレーズ5,583kg、乾草341kg、濃厚飼料2,087kg、Ⅲ区でトウモロコシサイレーズ6,406kg、乾草345kg、濃厚飼料1,819kgであった。Ⅱ区はⅠ区に比べ濃厚飼料が292kg少なくトウモロコシサイレーズが327kg多く、Ⅲ区はⅠ区に比べ濃厚飼料が560kg少なくトウモロコシサイレーズが1,150kg多かった。

Table 5. Feed intake in the period

	I			II			III			
	9mon	14mon	19mon	9mon	14mon	19mon	9mon	14mon	19mon	
Rearing period										
Corn silage (kg)	-	-	-	593 (4.3)	-	-	1,278 (9.3)	-	-	-
Hay (kg)	109 (0.8)	-	-	121 (0.9)	-	-	119 (0.9)	-	-	-
Concentrate (kg)	770 (5.6)	-	-	559 (4.1)	-	-	249 (1.8)	-	-	-
Fattening period										
Corn silage (kg)	5,256 (16.7)	-	-	4,990 (15.8)	-	-	5,128 (16.3)	-	-	-
Hay (kg)	232 (0.7)	-	-	220 (0.7)	-	-	226 (0.7)	-	-	-
Concentrate (kg)	1,609 (5.1)	-	-	1,528 (4.9)	-	-	1,507 (5.0)	-	-	-
Total										
Corn silage (kg)	5,256 (11.6)	-	-	5,583 (12.4)	-	-	6,406 (14.2)	-	-	-
Hay (kg)	341 (0.8)	-	-	341 (0.8)	-	-	345 (0.8)	-	-	-
Concentrate (kg)	2,379 (5.3)	-	-	2,087 (4.6)	-	-	1,819 (4.0)	-	-	-

Values in the parenthesis refer to daily feed intake.

Table 6. Dry matter, DCP and TDN intake

	I			II			III			
	9mon	14mon	19mon	9mon	14mon	19mon	9mon	14mon	19mon	
DM Intake (kg)										
Rearing period	771 (5.6)	-	-	738 (5.4)	-	-	628 (4.6)	-	-	-
Fattening period	2,960 (9.4)	-	-	2,810 (8.9)	-	-	2,888 (9.2)	-	-	-
DCP Intake (kg)										
Rearing period	83 (.61)	-	-	69 (.50)	-	-	46 (.34)	-	-	-
Fattening period	232 (.74)	-	-	220 (.70)	-	-	226 (.72)	-	-	-
TDN Intake (kg)										
Rearing period	616 (4.5)	-	-	569 (4.2)	-	-	459 (3.4)	-	-	-
Fattening period	2,140 (6.8)	-	-	2,032 (6.5)	-	-	2,088 (6.6)	-	-	-

Values in the parenthesis refer to daily feed intake.

各期別の乾物および養分の摂取量を表6に示した。1日当たりのDM摂取量は、育成期においては、Ⅰ区5.6kg、Ⅱ区5.4kg、Ⅲ区4.6kgでⅠ区に対してⅡ区は96%、Ⅲ区は81%であった。肥育期ではⅠ区9.4kg、Ⅱ区8.9kg、Ⅲ区9.2kgでⅠ区に対してⅡ区は95%、Ⅲ区は98%であった。1日当たりのDCP摂取量は、育成期においては、Ⅰ区0.61kg、Ⅱ区0.50kg、Ⅲ区0.34kgとなり、トウモロコシサイレーズを多給したⅢ区がもっとも低かった。肥育期においては各区ともほぼ同様の摂取量であった。板倉ら⁶⁾は、ホルスタイン去勢牛の育成初期にトウモロコシサイレーズのみを給与した区では日本飼養標準値の30%となり育成初期の

体高の発育が劣ったとしているが、育成後期にヘイキューブを補給しDCP摂取量を日本飼養標準値の71%まで高めたところ体高の発育への影響はなかったと報告している。本試験では、育成期のDCP摂取量は日本飼養標準値に対してⅠ区は120%、Ⅱ区は100%、Ⅲ区は80%となっており、育成終了時の体高には処理区間でほとんど差がみられなかった。

1日当たりのTDN摂取量は、育成期においてⅠ区4.5kg、Ⅱ区4.2kg、Ⅲ区3.4kgで、Ⅰ区に対してⅡ区は92%、Ⅲ区は75%であった。肥育期のTDN摂取量はⅠ区6.8kg、Ⅱ区6.5kg、Ⅲ区6.6kgであり、Ⅰ区に対してⅡ区は95%、Ⅲ区は98%であった。

Table 7. TDN for 1kg body weight gain (kg)

	I	II	III
Rearing period	3.29	3.33	3.04
Early fattening period	4.64	4.60	4.27
Late fattening period	6.76	7.04	6.23

各期における1kg増体に要したTDN量を表7に示した。Ⅲ区の1kg増体に要したTDN量は、育成期および肥育期においてⅠ区およびⅡ区に比べて少なく飼料効率が優れていた。岡田ら¹⁶⁾や板倉ら⁶⁾は、粗飼料主体で育成あるいは肥育前期を飼養した場合、その後の肥育期において、飼料の利用性が優れていたことを報告している。本試験では、Ⅲ区の肥育期における1kg増体に要したTDN量はⅠ区に比べ8%程度少く、これらと同様の結果がみられた。

枝肉諸形質に対する育成期飼料、屠殺月齢および育

成期飼料×屠殺月齢の分散分析の結果を表8に示した。育成期飼料の効果は全ての項目に対して有意とはならなかったが、屠殺月齢の効果は全ての項目に対して有意(P<0.01)となった。

枝肉量および枝肉歩留は月齢が進むにつれて、あるいは肥育期間が長くなるにつれて大きくなる^{5,8)}ことが知られており、本試験においても同様の傾向がみられた。枝肉歩留については育成期のトウモロコシサイレーズ給与量が多いほど少ない傾向にあったが有意な差は見られず、肥育終了時における差は小さかった。

田崎ら¹⁸⁾は、粗飼料主体で育成した黒毛和種去勢牛を24か月齢まで濃厚飼料多給で肥育した結果、育成期に粗飼料を多給したことによる枝肉歩留への影響はないとしており、本試験の結果はこれに一致した。

9-10-11ロース部構成に対する育成期飼料の効果は有意とはならなかったが、育成期におけるトウモロコシサイレージ給与量が多いほど筋肉割合が若干高く、脂肪割合が若干低い傾向がみられた。骨の割合には

ほとんど差がみられなかった。また屠殺月齢の効果は有意 ($P < 0.01$) となり、屠殺月齢が大きくなるにしたがって脂肪割合が顕著に増加し、筋肉割合が減少した。骨割合は減少するもののその程度は筋肉に比べ小さかった。本試験でみられた体構成割合の変化は、ホルスタイン去勢牛を供試した板倉ら⁶⁾、岡田ら¹⁶⁾、森ら⁸⁾の報告、ヘレフォードを供試した新名ら¹²⁾の報告と一致した。

Table 8. Least-squares means for carcass traits

Effect	Number of steers (d.f.)	Carcass weight (kg)	Dressing percentage (%)	Primal cut weight (kg)	Cut-ability (%)	L.dorsi area (cm ²)	Fat thickness (mm)	9-10-11rib composition			Offal fat (kg)
								Muscle (%)	Fat (%)	Bone (%)	
Feed	(2)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
I	9	269	53.0	189	71.2	36.7	9.8	56.3	24.3	18.0	27.6
II	9	254	52.8	183	71.6	35.3	9.3	57.0	23.0	18.3	27.5
III	9	251	51.6	184	72.1	36.9	8.6	57.7	22.9	18.0	28.1
Age	(2)	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
9	9	152	51.1	105	69.1	29.5	5.4	61.7	16.2	20.2	12.0
14	9	250	51.6	176	72.1	35.9	11.2	58.1	22.1	18.6	25.6
19	9	372	54.7	275	73.8	43.5	11.0	51.3	32.1	15.4	45.6
Feed×Age	(4)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Error	(18)										

** : $P < 0.01$, N.S. : no significant

Table 9. Least-squares means for physical and chemical traits of M. longissimus dorsi.

Effect	Number of steers (d.f.)	Moisture (%)	Crude fat (%)	Hematin (ppm)	Hydroxy prolin ($\mu\text{g/ml}$)	Melting point fat ($^{\circ}\text{C}$)	Meat color			Diameter of muscle fiber (μm)
							L*	a*	b*	
Feed	(2)	**	**	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	N.S.	N.S.
I	9	72.0	5.0	97.8	21.2	43.3	40.8	16.8	10.5	52.3
II	9	72.7	4.5	99.8	18.4	44.5	39.3	17.3	10.5	49.1
III	9	73.8	3.3	91.7	19.2	43.6	41.2	15.5	10.1	50.9
Age	(2)	**	**	**	**	**	**	**	**	N.S.
9	9	75.4	1.3	100.0	16.1	44.2	44.6	13.1	11.1	50.8
14	9	73.0	4.2	77.1	21.6	40.5	38.7	16.8	9.1	50.0
19	9	70.1	7.3	112.1	21.2	46.7	38.0	19.6	10.9	52.5
Feed×Age	(4)	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Error	(18)									

** : $P < 0.01$, * : $P < 0.05$, N.S. : no significant

胸最長筋の理化学的性質に対する育成期飼料、屠殺月齢および育成期飼料×屠殺月齢の分散分析の結果を表9に示した。育成期飼料の効果は水分、粗脂肪含量、脂肪の融点、肉色 a* 値に対しては有意 ($P < 0.05$) となった。一方、屠殺月齢の効果は筋線維厚を除く全ての項目に対して有意 ($P < 0.01$) となった。また、粗脂肪含量に対しては育成期飼料と屠殺月齢との交互作用が有意となり、育成期のトウモロコシサイレージ給与量によって屠殺月齢に伴う変化に差があることを示している。

肉の色調において、明度を表す L* 値は月齢に伴って低下し、赤みを表す a* 値は増加する傾向にあり、ヘレフォード去勢牛を供試した新名らの報告¹¹⁾と一致した。ハイドロキシプロリン含量は9か月齢が14か月齢および19か月齢に比べて有意に低い値を示した。最近、肉用牛の成長に伴うコラーゲンの質的变化が指摘されており¹⁰⁾、今後はコラーゲンの量的変化だけでなく、その性質の変化についても牛肉の物性との関連

において検討する必要がある。

脂肪の融点については、一般に、同一飼料を用いた飼養においては肥育が進むにしたがって低下する¹²⁾とされている。本試験では月齢に伴う一定の傾向は見られなかった。また、II区がI区に比べて有意に高い値となったがこの原因は不明である。

筋線維厚に対する屠殺月齢の効果は有意とはならなかった。牛の骨格筋線維の直径は年齢とともに大きくなり、この増大は8歳齢まで続くことが報告されている¹⁷⁾。しかし、本試験では年齢に伴う増加はみられず、これらの報告とは異なる傾向を示した。

次に、育成期におけるトウモロコシサイレージ給与量が肥育期の脂肪蓄積パターンに及ぼす影響について検討するために、肥育期における内臓脂肪重量、皮下脂肪厚、9-10-11ロース部構成の脂肪割合および胸最長筋の粗脂肪含量の変化をそれぞれ図1、図2、図3および図4に示した。

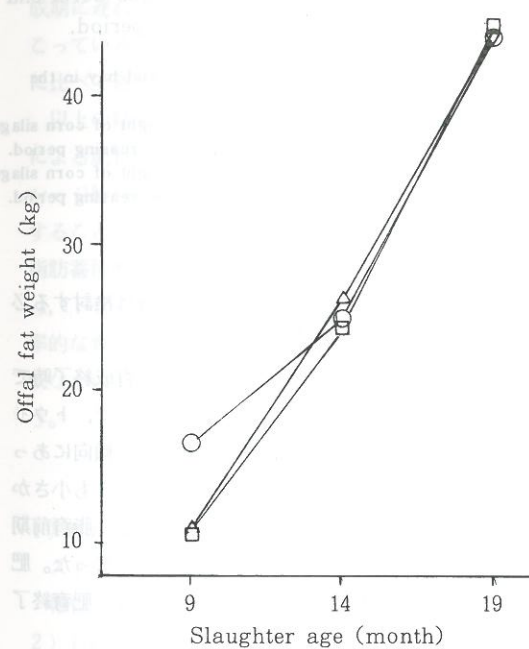


Fig 1. Offal fat changes during fattening period. ○: I, Group supplied of concentrate and hay in the rearing period. △: II, Group supplied of 2% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period. □: III, Group supplied of 5% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period.

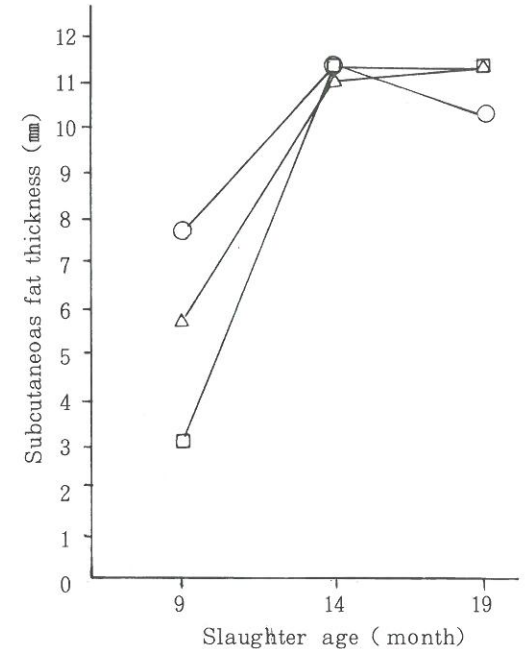


Fig 2. Subcutaneous fat thickness changes during fattening period. ○: I, Group supplied of concentrate and hay in the rearing period. △: II, Group supplied of 2% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period. □: III, Group supplied of 5% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period.

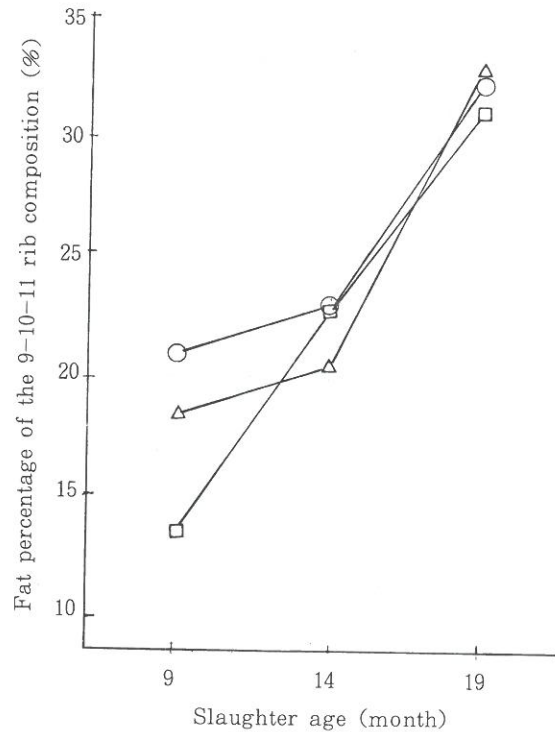


Fig. 3. Fat percentage of the 9-10-11 rib composition changes during fattening period.

- : I, Group supplied of concentrate and hay in the rearing period.
 △: II, Group supplied of 2% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period.
 □: III, Group supplied of 5% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period.

内臓脂肪重量は育成終了時においてI区16.7kg, II区11.2kg, III区10.8kgと, I区がII区およびIII区に比べて大きい傾向にあったが, 肥育前期終了時には各区とも約25kgとほぼ同じ値となった。肥育終了時にはさらに増加がみられ, 各区とも約44kgであった。

皮下脂肪厚は, 育成終了時ではI区7.7mm, II区5.7mm, III区3.0mmと, 育成期のトウモロコシサイレージ給与量が多いほど薄い傾向にあった。しかし, この差は肥育前期終了時にはほとんどなくなった。肥育後期には各区とも増加がみられず, 今回測定した部位では, 皮下への脂肪蓄積は14か月齢ですでに一定となっていることが示された。しかし, 枝肉全体の皮下脂肪の蓄積動向を第7~8枝肉切断面の皮下脂肪の厚さだけで表すことには問題があり, 飼養方法や屠殺月齢と皮下脂肪の蓄積との関係を明らかにするためには,

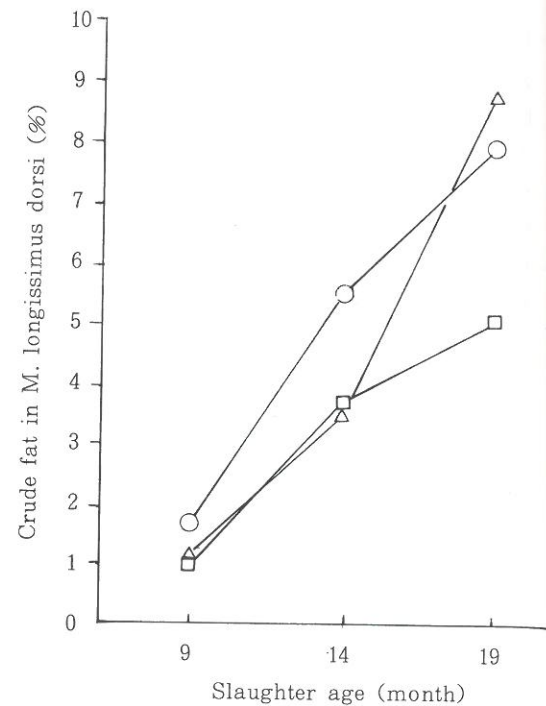


Fig. 4. Crude fat in M. longissimus dorsi changes during fattening period.

- : I, Group supplied of concentrate and hay in the rearing period.
 △: II, Group supplied of 2% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period.
 □: III, Group supplied of 5% body weight of corn silage with concentrate and hay in the rearing period.

枝肉中の皮下脂肪の分布についても今後は検討する必要がある。

9-10-11ロース部構成脂肪割合は, 育成終了時ではI区20.9%, II区18.4%, III区13.6%で, トウモロコシサイレージ給与量が多いほど小さい傾向にあった。しかし, 育成終了時に脂肪割合がもっとも小さかったIII区は, 肥育前期に急激な増加を示し, 肥育前期終了時の14か月齢にはI区とほぼ同じ値となった。肥育後期には各区とも同程度の増加がみられ, 肥育終了時には約32%となった。

このように, 内臓, 皮下および筋肉間への脂肪蓄積は育成終了時においては差がみられたものの, 肥育前期終了時の14か月齢にはほとんど同じ値となっていた。

一方, 筋肉内への脂肪蓄積様相は体脂肪の蓄積動向とは若干異なる傾向を示した。図4に示したように,

胸最長筋の粗脂肪含量は, 育成終了時では区間にほとんど差はみられず各区とも約1.3%であった。肥育前期ではI区の増加割合が他の2区に比べて大きく, 肥育前期終了時にはI区が5.5%となったのに対して, II区およびIII区は3.5%であった。肥育後期ではII区の増加割合が大きく, 肥育終了時にはI区が7.9%, II区が8.8%となったのに対してIII区は5.1%と肥育終了時においても低い傾向を示した。

各脂肪組織における脂肪蓄積については, 肥育の初期段階において血中脂質は皮下, 腸間膜および筋間脂肪に容易に蓄積するが, やがて飽和状態となり, 次第に血中遊離脂肪酸やトリグリセライドが増加し, これが内筋周膜間の脂肪組織に沈着して脂肪交雑を形成するとされている⁷⁾。I区は育成期に皮下, 筋肉間, 内臓への蓄積が進んでおり, 肥育開始とともに筋肉内への脂肪蓄積がII区およびIII区に比べて大きい速度で進んだものと思われる。また, II区は肥育前期には体脂肪の蓄積が盛んで筋肉内への脂肪蓄積はそれ程進まなかったものの, 14か月齢以降の肥育後期に筋肉内への蓄積速度が増大したものと考えられる。III区は, 育成期に遅れていた体脂肪への蓄積が肥育期に盛んに起こっているため, 筋肉内への脂肪蓄積速度が他の2区に比べて遅かったことを示しているものと考えられる。

以上の結果, トウモロコシサイレージ通年舎飼給による肥育の場合, 育成期におけるトウモロコシサイレージ給与量が肥育終了時の肉量, 肉質に大きく影響することはないものの, 肥育期における牛体各部位の脂肪蓄積動向に影響を及ぼすことが認められた。今後は, トウモロコシサイレージ通年舎飼方式における効率的な育成方法を確立するために, 栄養水準や飼料構成などについて産肉生理の面からの検討が必要であろう。

文 献

- 1) 畦地啓輔・正田 培・山懸三男・三谷千寿: 低コストによる乳用雄去勢牛の肥育試験. 鳥取畜試研究報告, 18: 19-27 (1983).
- 2) DRABKIN, D. L. and J. H. AUSTIN: Spectrophotometric study. Preparation from wash blood cells, nitric oxide-hemoglobin and sulfur-hemoglobin. J. Biol. chem., 51-112 (1935).
- 3) GRAU, R., O. FLEISTHMANN und A. SCHWEIGER: Bestimmung von Bindegewebe mittels der Hydroxy-prolinemethode und von Verdickungsmitteln Fleischwirtschaft, 15, 2-95 (1963).
- 4) HARVEY, W. R.: LEAST-SQUARES ANALYSIS OF DATA With Unequal Subclass Numbers. ARS H-4., U.S.D.A. (1975).
- 5) 福原利一・土屋平四郎・西野竹蔵・山崎敏雄: 若齢去勢牛の肥育過程における体構成の発育に関する研究 (第2報). 中国農試報, B16: 123-162 (1968).
- 6) 板倉福太郎・近藤郁夫・高橋昭彦: 乳用雄去勢牛の肥育における粗飼料の効率的な給与法 (第1報) 特にトウモロコシホールクロップサイレージの利用. 愛知農総試研報, 16: 332-338 (1984).
- 7) 加納康彦・沢崎 徹・沢崎 担・広瀬 昶: 脂質代謝から見た山岳育成牛の肥育効率. 日畜会報, 47: 397-401 (1976).
- 8) 森 関夫・清水良彦・太田三郎: ホルスタイン去勢牛の産肉性に及ぼす屠殺月齢と肥育期間の影響. 新得畜試研究報告, 6: 11-19 (1974).
- 9) 森本 宏監修: 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京 (1971).
- 10) 中村富美男・服部昭仁・近藤誠司・小竹森訓央・大杉次男: 肉用牛の成長に伴う筋肉タンパク質の変化II. 結合組織性タンパク質について. 日畜学会道支部会報, 32(1): 38 (1989).
- 11) 新名正勝・清水良彦・森 関夫・宮川浩輝・三浦弘之・有賀秀子: 肉牛の肥育に関する研究. IV. ヘレフォード種の飼養方法の差異が牛肉の質に及ぼす影響. 新得畜試研究報告, 7: 23-30 (1976).
- 12) 新名正勝・清水良彦・裏 悦次・米田祐紀: ヘレフォード去勢牛の育成・肥育に伴う産肉性, 枝肉形状及び屠体構成の推移. 新得畜試研究報告, 13: 19-29 (1983).
- 13) 農林水産技術会議事務局: 乳用去勢牛の育成・肥育に要する養分量. 日本飼養標準肉用牛 (1987).
- 14) 大石登志雄・上野 繁・竹原直樹・高橋久次郎・須永 武: 粗飼料多給型による肥育技術の確立. 第2報, 乳用雄去勢牛におけるホールクロップサイレージの肥育効果. 福岡農総試研報C 5: 12-18 (1984).
- 15) 大石登志雄・竹原 誠・藤島直樹: 粗飼料多給型による肥育技術. 第4報, ホールクロップサイレー

- ジの給与期間が乳用雄去勢牛の肥育に及ぼす影響. 福岡農総試研報 C 5 : 12-18 (1985).
- 16) 岡田光男・篠原旭男・河上尚実・小堤恭平: 乳用種去勢牛の育成期における粗飼料給与量の差と産肉性. 草地試研報, 5 : 20-27 (1973).
- 17) SWATLAND, H. J. and R. G. CASSENS : Muscle growth : The problem of muscle fibers with an interfascicular termination. J. Anim. Sci., 35 : 336 - 344 (1972).
- 18) 田崎道弘・川畑 孟・内山正二・立山昌一・湯ノ口幸一: せり市出場時までの育成条件が肥育牛の増体, 肉質に及ぼす影響. 鹿児島畜試研究報告, 17, 1-28 : (1985).
- 19) 坪内久美子・大石克己・溝淵清之: 地域飼料資源利用による乳用雄去勢牛の肥育試験. 徳島肉畜試研報 16 : 1-7 (1988).
- 20) 裏 悦次・新名正勝: 放牧ととうもろこしサイレージ主体の秋生まれ乳用種去勢牛の育成・肥育. 新得畜試研究報告, 9, 7-14 (1978).
- 21) 和久野均衡・前田博之・森千恵子・湯浅 亮: ホルスタイン肥育牛の肝臓病問題について. 1. その実態調査-肝臓病の大きさと枝肉重量および格付等級との関連. 北獣会誌. 32 : 37-38 (1988).
- 22) WALTER R. HARVEY : User's guide for LS-MLMW PC-1 Version (1988).

Effect of the level of Corn Silage in the Rearing Period on the Meat Production of Dairy Steers.

Takanori NISIMURA, Yukinobu SATO, Tosihiro SAITO
and Etsuji URA

Summary

The experiment was carried out with 27 supplied dairy breed steers to study the after-effects of varying the supply level of corn silage supplied in the rearing period. The fattening performance and meat production in the fattening period were observed. The steers were divided into three groups. In the rearing period from 4 to 9 months of age, steers in group I were fed with hay and concentrate daily, those in group II were fed with 2% body weight of corn silage, hay and concentrate, and those in group III were fed with 5% body weight of corn silage, hay and concentrate. In the fattening period from 9 to 19 months of age, the three groups were fed the same diet, in which the feed constitution in terms of the TDN ratio of concentrate to hay to corn silage was 50 : 5 : 45. Three steers in each group were slaughtered at 9, 14 and 19 months of age.

The results obtained were as follows :

- 1) Average final body weights in the rearing period for groups I, II and III were 328 kg, 305 kg and 286 kg, respectively.
- 2) The average daily weight gain of steers in group III was superior to those in group I and II in the fattening period.
- 3) The level of corn silage in the rearing period had no significant effect on the carcass traits, but it did have a significant effect on the moisture and crude fat content in the M. longissimus dorsi, the melting point of subcutaneous fat and the a* value for the color of the meat.
- 4) The effects of slaughter age on the carcass traits and chemical traits of the M. longissimus dorsi were significant.
- 5) The subcutaneous and intramuscular fat deposition did not differ among the three groups at the end of fattening period, but steers in group III tended to have a lower fat content in the M. longissimus dorsi than those in the other groups at the end of fattening period.

Key words : Dairy Beef, Rearing, Fattening, Corn Silage.

ナフトキノン誘導体（ブパルバコン）の *Theileria sergenti* に対する抗原虫効果

平井 綱雄・工藤 卓二・森 清一
尾上 貞雄・恒光 裕

小型ピロプラズマ (*Theileria sergenti*) が浸潤している牧野に初めて放牧されたヘレフォードおよびアバディーンアンガスの成牛および子牛42頭を14頭 (成牛5頭、子牛9頭) ずつ3群に分け、入牧5週後に各群の牛にパマキン (成牛400 mg, 子牛200 mg), ブパルバコン2.5 mg/kg, ブパルバコン5.0 mg/kg を筋肉内に投与し、*T. sergenti* の赤血球内寄生率 (原虫寄生率) およびヘマトクリット値に及ぼす効果を比較した。投与時の各群の平均原虫寄生率は子牛が2.3~3.0%, 成牛が3.5~4.3%であった。ブパルバコン5.0 mg/kg 投与群では子牛が投与1週後から3週後まで、成牛が投与1週後から4週後まで平均原虫寄生率が0.5%以下となり、他の2群と比較して *T. sergenti* に対する抗原虫効果が長期間持続した。

しかし、ブパルバコン5.0 mg/kg の1回投与では5月下旬から11月中旬までの全放牧期間にわたって *T. sergenti* 寄生に伴う貧血を防ぐことはできなかった。また、ブパルバコン投与による臨床的な副作用は特に認められなかった。

わが国の放牧牛に多発する小型ピロプラズマ病の治療薬としては、殺原虫効果が高く、副作用も少なく安価な8-アミノキノリン製剤が主として用いられているが、連用による耐性株の出現が報告されている³⁾。

予防面では、安全で有効なワクチンはまだ作られていない。放牧前の *T. sergenti* 感染血液接種は放牧後の小型ピロプラズマ病の発生予防に有効であることが認められているが、牛白血病ウイルス等の混入の恐れがあるため現在は一部の地域でしか行われていない。そのため、殺タイレリア剤を放牧後に投与して発症を防ぐ方法が一般的に行われているが、耐性株が浸潤している牧野では効果が期待できない。このような状況の中で新しい抗タイレリア剤の開発が待たれている。

その中で注目されている一つがナフトキノン誘導体で、*Theileria parva*^{2,5,7)}, *T. annulata*^{1,6,7)} および *T. sergenti*^{8,9,10)} に対して有効であると報告されている。しかし、野外における *T. sergenti* に対する効果に関する報告はまだ少ない。そこで、ナフトキノン誘導体の1種であるブパルバコンの *T. sergenti* に対する効果を *T. sergenti* が浸潤している牧野に初放牧された牛を用いて検討した。

材料および方法

試験を実施した牧野は北海道立新得畜産試験場の放牧地で、初放牧牛は全頭 *T. sergenti* に感染する牧野

である。供試牛は1983年秋に *T. sergenti* が分布していないカナダから輸入されたヘレフォードおよびアバディーンアンガスの成雌牛15頭および1983年12月から1984年4月にかけて當場で生まれた同種の子牛27頭の計42頭である。供試抗原虫薬はブパルバコン (ウエルカム) および油性パマキン (日本全薬) である。前者はブパルバコン (2-trans (4-t-butylcyclohexyl) methyl-3-hydroxy-1, 4-naphoquinone) の50 mg/ml 溶液で、後者はパマキン (6-methoxy-8-(4-diethylamino-1-methylbutyl)-aminoquinoline) の20%溶液である。

試験は42頭の牛を14頭 (成雌牛5頭、子牛9頭) ずつ3群に分け、1群にはパマキンを成牛に400 mg, 子牛に200 mgを筋肉内に投与しP群とした。他の2群にはブパルバコンを投与した。このうち1群には成牛、子牛ともに2.5 mg/kg, もう1群には5.0 mg/kgを筋肉内に投与し、それぞれB 2.5, B 5.0 群とした。抗原虫薬の投与は3群とも入牧 (5月下旬) 5週後に一斉に行い、入牧8週後以降は治療を要する牛については3群とも原則としてパマキンを投与し (一部の子牛にはブパルバコンを投与)、重症の場合は輸血も行った (表1)。採血は入牧1週前に行った後、入牧2週後から22週後まで原則として1週毎に行い、赤血球1000個当たりの *T. sergenti* 寄生赤血球割合 (原虫寄生率) およびヘマトクリット値 (Ht) を測定した。

Table 1. The number of cattle treated with pamaquine and buparvaquone after simultaneous administration

		3 ^{*)}	4	6	7	8	9	13	14
Group P	calves	2	3	(1)**)	(1)**)	1	2 (1)**)	1	2
	cows	3	4	0	2	0	2	2	0
Group B 2.5	calves	1	3	0	0	0	2	4	2
	cows	1	4	0	1	0	2	2	2
Group B 5.0	calves	0	1	0	0	0	2	3	4
	cows	0	0	0	0	0	4	2	2

*) Weeks after simultaneous administration
 **) The number of cattle treated with buparvaquone

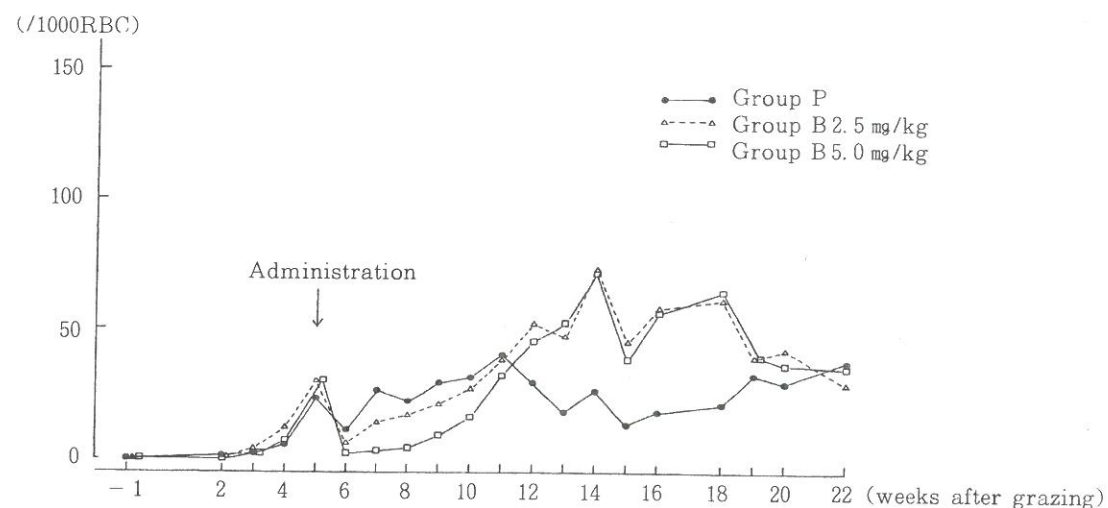


Fig 1. Changes in parasitemia (/1000RBC) (calves)

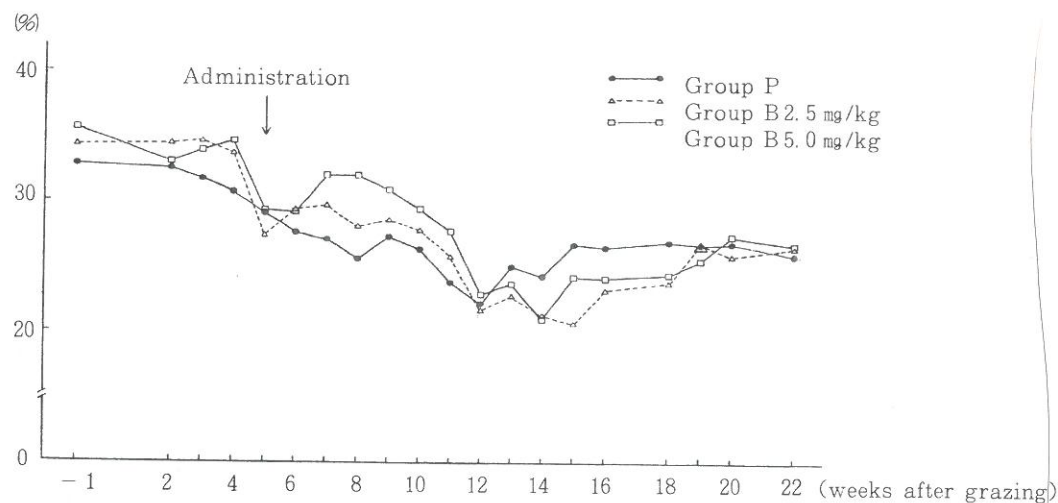


Fig 2. Changes in haematocrit (%) (calves)

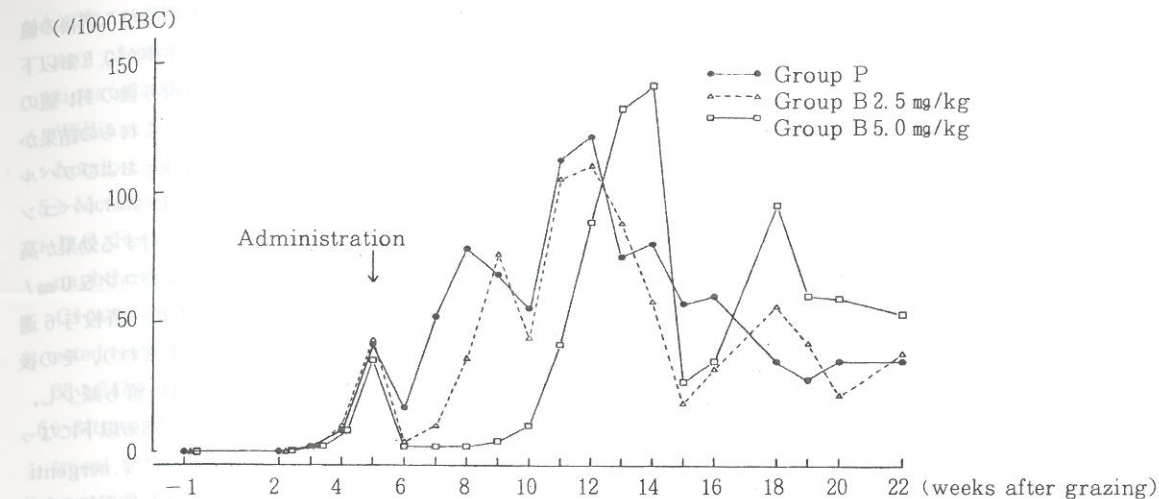


Fig 3. Changes in parasitemia (/1000RBC) (cows)

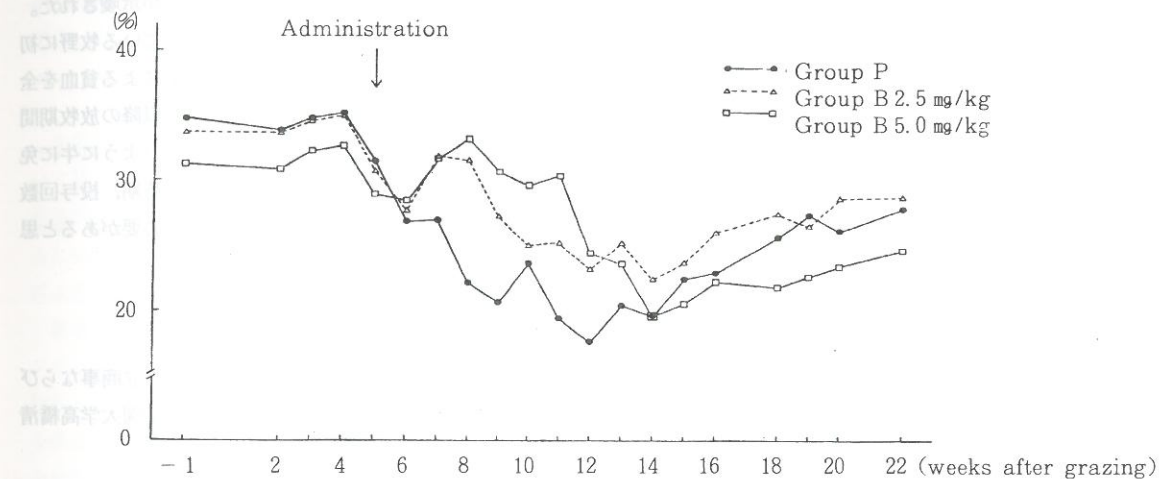


Fig 4. Changes in haematocrit (%) (cows)

結 果

子牛の平均原虫寄生率の推移を図1に示した。抗原虫薬の一斉投与時(入牧5週後)の平均原虫寄生率はP群, B 2.5群およびB 5.0群それぞれ2.3, 3.0および3.0%であった。平均原虫寄生率はP群では一斉投与1週後に1.1%に減少したが2週後には2.6%と再び上昇し, その後も一斉投与6週後まで上昇傾向が続いた。治療を要する牛への抗原虫薬の再投与は一斉投与3週後の採血後から行った。B 2.5群では一斉投与

1週後に0.6%以下に減少したが2週後から上昇傾向に転じ, 6週後には一斉投与時を上まわった。B 5.0群では一斉投与1週後に0.2%以下に減少し, 3週後まで0.5%以下であった。その後上昇傾向が認められ, 6週後には一斉投与時を上まわった。治療を要する牛への抗原虫薬の再投与は一斉投与4週後の採血後から行った。

子牛のHt値の推移を図2に示した。一斉投与時のHt値はP群, B 2.5群およびB 5.0群それぞれ29.1, 27.4および29.3%であった。P群では一斉投与後も

減少傾向が続いた。B 2.5 群では一斉投与1週後から2週後にかけて上昇傾向が認められたが、その後再び減少傾向に転じた。B 5.0 群では一斉投与2週後から3週後にかけて上昇傾向が認められた後減少傾向に転じた。一斉投与後の Ht 値の回復は B 5.0 群が最も顕著であった。

成牛の平均原虫寄生率の推移を図3に示した。一斉投与時の平均原虫寄生率は P 群、B 2.5 群および B 5.0 群それぞれ 4.1, 4.3, 3.5% であった。一斉投与後の変化は各群とも子牛とはほぼ同様の傾向を示した。P 群および B 2.5 群では一斉投与2週後から再び上昇する傾向を示し、P 群では一斉投与2週後、B 2.5 群では一斉投与4週後に一斉投与時を上まわった。これに対し、B 5.0 群では一斉投与1週後から4週後まで 0.5% 以下であり、その後、一斉投与6週後に一斉投与時を上まわった。一斉投与後の治療を要する牛への抗原虫薬の再投与は P 群、B 2.5 群および B 5.0 群それぞれ一斉投与3週後、3週後および9週後の採血後から行った。なお、P 群のアバディーンアングスの成牛1頭が一斉投与24日後に小型ピロプラズマ病によりへい死した。

成牛の Ht 値の推移を図4に示した。一斉投与後の変化は子牛とはほぼ同様の傾向を示した。

ブパルバコンの筋肉内投与による臨床的な副作用は成牛、子牛とも特に認められなかった。

考 察

ナフトキノン誘導体の抗タイレリア効果は原虫のミトコンドリアの電子伝達系を抑制することによるものとされている⁴⁾。ブパルバコンは T. parva および T. annulata に対して 2.5~5.0 mg/kg の1回投与で有効であり、同じナフトキノン誘導体のパルバコンよりも活性が高いと報告されている^{1,7)}。

ブパルバコンの T. sergenti に対する効果については、MINAMI ら⁸⁾が T. sergenti を実験感染させたホルスタインの摘脾子牛を用いて原虫寄生率が 5.3~23.2% に達した時に 2.5~10 mg/kg を筋肉内に1回投与したところ赤血球内型原虫は9日以内に陰転し、その消失期間は16~40日であったと報告している。また、高橋¹⁰⁾、尾沢ら⁹⁾はブパルバコンは8-アミノキノリン製剤抵抗性の T. sergenti に対しても有効であると報告している。

今回の試験では、抗原虫薬の一斉投与後の平均原虫

寄生率は B 5.0 群が子牛、成牛ともに投与1週後の値が3群の中で最も低く、平均原虫寄生率が 0.5% 以下の期間が最も長かった。また、一斉投与後の Ht 値の回復も B 5.0 群が最も顕著であった。これらの結果から、パマキン、ブパルバコン 2.5 mg/kg およびブパルバコン 5.0 mg/kg 筋肉内投与の中ではブパルバコン 5.0 mg/kg 投与が最も T. sergenti に対する効果が高いことが示唆された。しかし、ブパルバコン 5.0 mg/kg 投与群においても子牛、成牛ともに一斉投与6週後に平均原虫寄生率が一斉投与時を上まわり、その後も上昇傾向が続いた。それに伴って Ht 値も減少し、最低時には子牛、成牛ともに平均値が 25% 以下になった。このことから当場の放牧地のように T. sergenti が重度に浸潤している牧野においては5月下旬の入牧から5週後の原虫寄生率が 3~4% 程度の時期におけるブパルバコン 5.0 mg/kg の筋肉内1回投与では T. sergenti 寄生による貧血を5~11月の放牧期間全般にわたって防ぐことは困難であることが示唆された。

したがって、T. sergenti が浸潤している牧野に初めて放牧される牛の T. sergenti 寄生による貧血を全放牧期間にわたって防ぎ、かつ次年度以降の放牧期間中には抗原虫薬の投与が必要とならないように牛に免疫を獲得させるにはブパルバコンの投与時期、投与回数および投与量についてさらに検討する必要があると思われる。

謝 辞

ブパルバコンを提供していただいた共立商事ならびに本研究に対し御指導いただいた酪農学園大学高橋清志教授に深謝致します。

文 献

- 1) DHAR S., D. V. MALHOTRA, C. BHUSHAN and O. P. GAUTAM: Chemotherapy of Theileria annulata infection with buparvaquone. Vet. Rec., 119: 635 - 636 (1986).
- 2) DOLAN T. T., A. S. YOUNG, B. L. LEITCH and D. A. STAGG: Chemotherapy of East Coast Fever: parvaquone treatment of clinical disease induced by isolates of Theileria parva. Vet. Parasit., 15: 103 - 116 (1984).
- 3) 石原忠雄: 動物用医薬品取扱い管理の手引き. 第2集, 1 - 24. 日本薬剤師会, 東京. (1980).

- 4) KLEIN R. A.: Principles in the chemotherapy of protozoan disease. Scientific foundations of veterinary medicine. : 163 - 185. William Heineman Medical Books Limited, London. (1980).
- 5) MCHARDY N., A. T. HUDSON, D. W. T. MORGAN, D. G. RAE and T. T. DOLAN: Activity of 10 naphthoquinones, including parvaquone (983 C) and menoctone, in cattle artificially infected with Theileria parva. Res. Vet. Sci., 35: 347 - 353 (1983).
- 6) MCHARDY N. and D. W. T. MORGAN: Treatment of Theileria annulata infection in calves with parvaquone. Res. Vet. Sci., 39: 1 - 4 (1985).
- 7) MCHARDY N., L. S. WEKESA, A. T. HUDSON and A. W. RANDALL: Antitheilerial activity of BW720C (buparvaquone): a comparison

- with parvaquone. Res. Vet. Sci., 39: 29 - 33 (1985).
- 8) MINAMI T., T. NAKANO, S. SHIMIZU, K. SHIMURA, T. FUJINAGA and S. ITO: Efficacy of naphthoquinones and imidocarb dipropionate on Theileria sergenti infections in splenectomized calves. Jpn. J. Vet. Sci., 47: 297 - 300 (1985).
- 9) 尾沢宏朗・野上高端・富田正信・坂井郁雄・河本治郎・田辺 稔・木村花代子・南 哲郎: 小型ピロプラズマ病発症牛に対するブパルバコンの治療効果. 日獣会誌, 41: 32 - 35 (1988).
- 10) 高橋清志・宮川幸二・黒沢 隆・其田三夫・鶴林正貴: キノン系薬剤(クレクソン)による Theileria sergenti の一治験例. 北獣会誌, 29: 220 - 223 (1985).
- 11) 高橋清志: ピロプラズマ病の診断, 治療, 予防について. 臨床獣医, 5: 69 - 75 (1987).

Antitheilerial Activity against *Theileria sergenti* of Buparvaquone: A Comparison with Pamaquine

Tsunao HIRAI, Takuji KUDO, Kiyokazu MORI
Sadao ONOE, Hiroshi TSUNEMITSU

Abstract

The antitheilerial activity against *Theileria sergenti* of buparvaquone and pamaquine was compared among three groups of beef cattle grazed on a pasture contaminated with *T. sergenti* for the first time.

Each group consisted of 5 cows and 9 calves. The first group was treated with a single dose of 200 and 400 mg of pamaquine in the calves and cows intramuscularly (i. m.), respectively. The second and third groups were treated with a single dose of 2.5 and 5.0 mg/kg of buparvaquone i. m., respectively. The antitheilerial agents were administered to all the cattle in the fifth week of grazing, when the average parasitemia levels of the three groups were 2.3–3.0% in the calves and 3.5–4.3% in the cows.

The antitheilerial activity against *T. sergenti* of a single dose of 5.0 mg/kg of buparvaquone lasted longer than that of the others.

In this experiment, no clinical side effects with the administration of buparvaquone were observed.

Key words: buparvaquone, *Theileria sergenti*, antitheilerial agents, beef cattle.

一 短 報 一

乾草または低水分牧草サイレージを組合せた トウモロコシサイレージ主体混合飼料の 泌乳牛とめん羊による消化率の比較

出岡謙太郎*・岡本 全弘*・原 悟志・伊東 季春

Comparative Digestibility of Total Mixed Ration Based on Corn Silage with Hay or Low Moisture Grass Silage by Lactating Cows and Sheep

Kentaro DEOKA*, Masahiro OKAMOTO*, Satoshi HARA
and Sueharu ITOH

牛用飼料の栄養価はめん羊による消化試験の値を用いて算出することが多い。これは牛による消化試験が経済的、労力的に負担が大きく飼料も大量を必要とするためにやむをえずとられる措置であり、牛とめん羊による消化率を区別した方がより正確である⁶⁾。

著者らは、トウモロコシサイレージ¹⁾、トウモロコシサイレージを主体とする混合飼料²⁾、乾草と低水分牧草サイレージ³⁾、小麦稈と豆穀⁴⁾について、乾涸牛を供試し乳牛とめん羊の消化率を比較したが、乾涸牛と泌乳牛では飼料摂取量が異なり消化率に違いが生じるとされており⁷⁾、泌乳牛についてめん羊との比較は未検討であった。

そこで、乾草または低水分牧草サイレージを組合せたトウモロコシサイレージ主体混合飼料について、泌乳牛とめん羊による消化率の比較を行った。

材 料 と 方 法

供試した混合飼料の飼料構成および一般成分を表1に示した。混合飼料は、乾物でトウモロコシサイレー

ジ47%、配合飼料24%、大豆粕5%とし、これに乾草24% (乾草区とする) または、低水分牧草サイレージ24% (サイレージ区とする) を混合した2種類である。乾物中の粗蛋白質、可溶無窒素物 (NFE) および粗繊維含量はそれぞれ乾草区が13.6、54.4および21.8%、サイレージ区が13.6、53.5および22.7%であった。

各混合飼料の消化試験はそれぞれホルスタイン泌乳牛4頭とサフォーク去勢雄めん羊4頭を供試し、同一畜舎内で両畜種同時に実施した。試験期間は13日間とし、最後の6日間の全糞を採取した。両畜種とも水は自由飲水とした。混合飼料の給与量は両畜種とも約10%の残飼が生じる量とし、乳牛には6時、14時および16時に1/4、1/4、1/2を給与した。めん羊には9時と16時に等分して給与した。乳牛の搾乳は6時と16時に行った。

消化試験時の供試家畜の体重、飼料摂取量および乳牛の乳量を表2に示した。代謝体重 ($W^{0.75}$) 当たりの乾物摂取量は、乳牛では乾草区、サイレージ区それぞれ143、133g、めん羊ではそれぞれ69、67gであった。飼料および糞の一般成分の分析法は既報⁴⁾と同じである。

*現在 北海道立滝川畜産試験場

Key words: total mixed ration, corn silage, digestibility, lactating cow, sheep

Table 1. Ingredient and proximate composition of total mixed ration including either hay or low moisture grass silage fed to lactating cows and sheep.

Item	Supplemental forage	
	Hay	Low moisture grass silage
Ingredient composition	(% dry matter basis)	
Corn silage	47	47
Hay	24	—
Low moisture grass silage	—	24
Formula feed	24	24
Soybean meal	5	5
Proximate composition	(% dry matter basis)	
Dry matter	42.4	38.3
Crude protein	13.6	13.6
Crude fat	3.1	3.1
Nitrogen free extract	54.4	53.5
Crude fiber	21.8	22.7
Crude ash	7.1	7.1

Table 2. Body weight and feed intake of cows and sheep, and milk yield of cows.

Trait	Supplemental forage			
	Hay		Low moisture grass silage	
	Cows	Sheep	Cows	Sheep
Body weight (W), kg	638	96	678	95
Dry matter intake, kg/day	18.2	2.1	18.9	2.0
Dry matter intake/W, %	2.9	2.2	2.8	2.2
Dry matter intake/W ^{0.75} , g/kg	143	69	133	67
Milk yield, kg/day	26.2	—	25.1	—

結果と考察

混合飼料の乳牛とめん羊による消化率および栄養価を表3に示した。

乾草区では、乾物、有機物、粗蛋白質、NFEおよび粗繊維の消化率はめん羊が有意に高い値を示した。可消化粗蛋白質(DCP)および可消化養分総量(TDN)の含量もめん羊が有意に高い値を示した。サイレージ区では、乾物、有機物、粗蛋白質、NFEの消化率はめん羊がやや高かったが、NFEの消化率においてのみ両者の差が有意であった。粗脂肪の消化率は乳牛が有意に高い値を示した。DCPおよびTDN含量はめん羊が高い傾向にあったが、その差は有意ではなかった。

KILMER et al⁵⁾は、濃厚飼料とアルファルファまたはオーチャードグラス乾草との混合飼料を泌乳牛とめん羊に飽食給与して本試験と同様の結果を得ており、その理由として泌乳牛の相対的な飼料摂取量が著しく多いことを挙げている。そのときの代謝体重当たりの乾物摂取量は本試験の値と同水準であった。本試験における泌乳牛とめん羊の間の消化率の差も両畜種間の相対的な摂取量の違いを反映したものと考えられる。しかし、このことだけでは乾草区とサイレージ区とで畜種間差が若干異なることは説明できない。消化管内の滞留時間や第一胃内の発酵速度等多くの消化生理学的要因が関与しているものと思われる。

本試験では両区ともめん羊を用いて得た栄養価の方が高くなる傾向を認めた。とくに、乾草区の場合には

Table 3. Apparent digestibility and nutritive value of total mixed ration including either hay or low moisture grass silage by lactating cows and sheep.

Trait	Supplemental forage			
	Hay ^a		Low moisture grass silage ^a	
	Cows	Sheep	Cows	Sheep
Apparent digestibility	(%)			
Dry matter	64.8 *	69.6	64.3	65.6
Organic matter	67.1 *	71.3	66.7	67.6
Crude protein	63.6 *	70.1	60.8	63.5
Crude fat	78.7	80.2	74.7 *	72.8
Nitrogen free extract	70.6 *	74.1	69.9 *	71.1
Crude fiber	59.0 *	63.9	61.6	61.0
Nutritive value				
Digestible crude protein	8.7 *	9.5	8.3	8.6
Total digestible nutrients	65.4 *	69.4	64.8	65.6

^a Means separated by asterisk were significantly different (*: P<.05).

めん羊による栄養価を泌乳牛に適用すると過大評価となる可能性が示唆された。

文 献

- 1) 出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘・原 悟志：とうもろこしサイレージの切断長がめん羊と乳牛による消化率に及ぼす影響。新得畜試研究報告，14：15-20。(1985)。
- 2) 出岡謙太郎・伊東季春・岡本全弘・原 悟志：混合飼料の可消化養分含量の乳牛とめん羊による実測値と計算値の比較。新得畜試研究報告，15：35-39。(1986)。
- 3) 出岡謙太郎・原 悟志・伊東季春・新名正勝：乾草と低水分牧草サイレージの乳牛とめん羊による消化率の比較。北草研報，21：185-188。(1987)。

- 4) 出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春：小麦稈と豆殻の乳牛とめん羊による消化率の比較。北草研報，22：201-203。(1988)。
- 5) KILMER, L. H., P. J. WANGSNES, E. M. KESLER, L. D. MULLER, L. C. GRIEL, JR., and L. F. KRABILL: Voluntary intake and digestibility of legume and grass diets fed to lactating cows and growing wethers. J. Dairy Sci., 62:1272-1277.(1979)。
- 6) 中村亮八郎：新飼料学 上巻。初版，96-112。チクサン出版社，東京。(1977)。
- 7) TYRRELL, H. F. and MOE, P. W.: Effect of intake on digestive efficiency. J. Dairy Sci., 58:1151-1163.(1975)。

— 短 報 —

凍結保存した馬胚の移植
による子馬の生産

山本 裕介・南橋 昭・工藤 卓二

Production of Foals by Transfer of
Frozen Stored Equine Embryos

Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMHASHI and Takuji KUDO

馬における凍結保存胚移植の最初の成功例は、1982年にYAMAMOTO *et al.*¹²⁾ によって報告された。この研究ではWHITTINGHAM *et al.*⁸⁾ がマウス胚の凍結保存のために開発した緩慢凍結・緩慢融解法が使用されたが、受胎率は27%と低いものであった。その後、SLADE *et al.*⁶⁾ はめん羊⁹⁾ や牛¹⁰⁾ の胚において開発された急速凍結・急速融解法を馬胚に適用し、53%の受胎率を報告した。

本試験においても、現在牛胚の凍結保存に広く使用されている急速凍結・急速融解法を用いて馬胚の凍結・融解を行い移植したところ、子馬が生産されたので報告する。

材 料 と 方 法

採卵期間は1986年5月10日～6月17日で供卵馬には北海道立新得畜産試験場にて繋養する3～14才の北海道和種雌馬17頭を用いた。採卵は自然排卵後6日目または7日目にOGURI and TSUTSUMI⁵⁾ の子宮洗浄法により行った。回収した胚は5、10または20%の新生子牛血清を含むPBI⁷⁾ で洗浄し、凍結保護剤のグリセリンを室温で段階的(2.5、5.0および7.5%で各10分)に添加して最終濃度10%で20分間以上平衡させた。0.25または0.5 mlプラスチックストローに胚を封入し、自動植水型プログラムフリーザーを用いて次の2つの冷却法で凍結した。20℃から-5℃まで分速1.0℃で冷却、-5℃で10分間保持した後-30℃

まで分速0.3℃で冷却、-31℃まで分速0.1℃で冷却し直ちに液体窒素中(-196℃)に浸漬する。または20℃から-6℃まで分速1.0℃で冷却、-6℃で15分間保持した後-30℃まで分速0.3℃、-33℃まで分速0.1℃で冷却し直ちに液体窒素中に浸漬する。凍結保存胚は北海道静内町に所在する北海道大学農学部附属牧場まで車で輸送し、同牧場で繋養する半血種雌馬5頭を受卵馬に用いて移植に供した。融解は37℃の温湯中で行い、グリセリンの除去は室温で段階的(7.5、5.0、2.5および0%で各10分)に行った。胚の移植は、供卵馬に対する排卵日差が-2日、-1日または0日(供卵馬の排卵日の方が早い場合-とする)の受卵馬の子宮体部に頸管経由法⁵⁾で行った。

結 果 と 考 察

延べ29回の採卵を行って、初期胚盤胞、胚盤胞および拡張胚盤胞を17個回収し、全て凍結保存した。

凍結保存胚の融解および移植成績は表1に示した。融解した8個の胚のうち、形態の良好な5個の胚を5頭を受卵馬に移植した結果、2頭(40%)が妊娠し正常な雌子馬を分娩した(写真1、3)。分娩した受卵馬の供卵馬に対する排卵日差は2頭とも-2日であった。

妊娠期間および子馬の生時体重は表2に示した。生時体重は40kgおよび35kgで、北海道和種馬を受卵馬にした場合の平均生時体重29kg¹¹⁾よりも大きかった。受卵馬の排卵日から起算した妊娠期間は自然交配した馬の妊娠期間⁴⁾の範囲内であった。

Key words : frozen storage, embryo, transfer, equine

Table 1. Development of frozen stored equine embryos after transfer to recipient mares

Embryo No.	Days after ovulation of donor mare	Stage of embryos	Plunging temperature	Damage to zona pellucida or capsule	Recipient mare No.	Synchrony between donor and recipient mares (days)	Result
1	6	EB	-31°C	+	1	-2	Pregnant
2	7	BC	-31°C	+	2	-1	Not pregnant
3	6	BC	-31°C	-	3	-2	Not pregnant
4	7	EXB	-31°C	+	-	-	-
5	6	EB	-33°C	-	4	-2	Pregnant
6	6	BC	-33°C	-	5	0	Not pregnant
7	6	BC	-33°C	+	-	-	-
8	7	EXB	-33°C	+	-	-	-

EB : early blastocyst, BC : blastocyst, EXB : expanded blastocyst

Table 2. Birth weight, gestation length and sex of foals

Recipient mare No.	Birth weight of foal (kg)	Gestation * length (days)	sex of foal
1	35	350	female
4	40	341	female

*Length from the date of ovulation to the date of foaling in the recipient mare.

本試験では例数が少ないので、冷却法の違いにより受胎率を比較することはできないが、-31°Cまたは-33°Cで液体窒素に浸漬した胚のいずれからも妊娠例が得られた。SLADE *et al.*⁶⁾ は、液体窒素に浸漬する温度は-33°Cの方が-38°Cに比べ、融解後の培養での発育率が高いことを認めた後、-33°Cで液体窒素に浸漬した胚の移植試験を行い、高受胎率を得ている。従って、液体窒素に浸漬する温度については今後例数を増して検討する必要がある。

移植した胚の凍結前の発育ステージは初期胚盤胞期(2個)および胚盤胞期(3個)であったが、受胎例はいずれも初期胚盤胞(写真2, 4)から得られた。初期から拡張期にいたる馬胚盤胞については、初期のものほど耐凍性が高い傾向にあることは既に報告されているが^{2, 6, 12)}、本試験における結果も同様な傾向を示した。

馬では排卵後6日目の胚盤胞期ころから透明帯の下層にcapsuleと呼ばれる非細胞性の薄く透明な層が識別されるようになり、7日目以降透明帯が脱落した

後も少なくとも排卵後21日目までは胚を被覆している^{1, 3)}。この透明層の起源と生理的な意義はよくわかっていないが、子宮内での胚の発育に重要な役割を果たしていると推察されている¹⁾。本試験では、凍結・融解後透明帯と共にcapsuleの一部が欠損していた胚からも産子が得られた。

謝 辞

本試験に対し、受卵馬を快く提供していただいた北海道大学農学部附属牧場関係各位に深謝いたします。

文 献

- BETTERIDGE, K. J., M. D. EAGLESOME, D. MITCHELL, P. F. FLOOD and R. BERIAULT: Development of horse embryos up to twenty two days after ovulation: observations on fresh specimens. *J. Anat.*, 135: 191-209. (1982).
- CZLONKOWSKA, M., M. S. BOYLE and W. R.

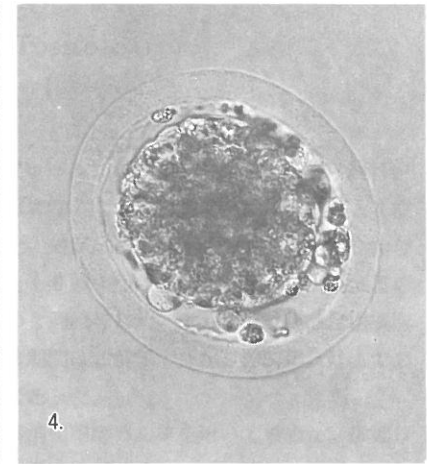
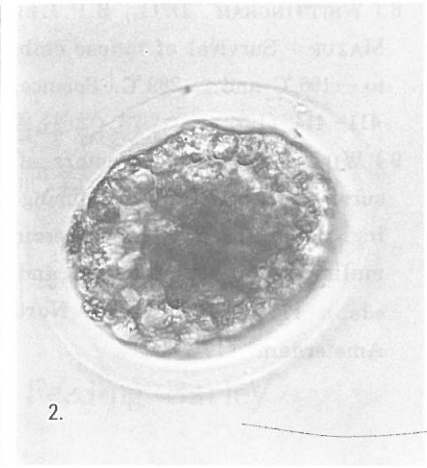
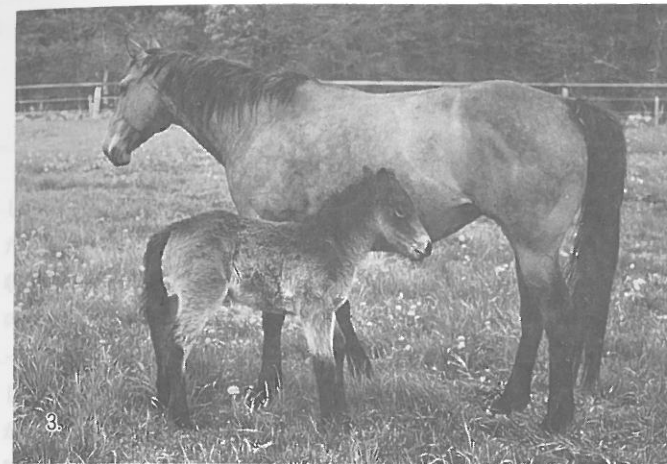
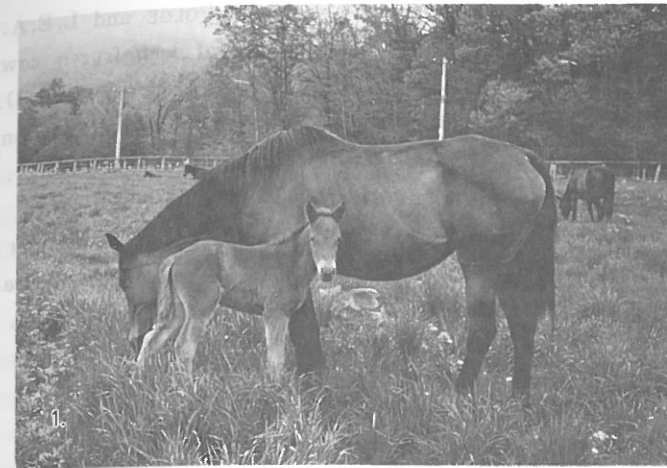


Fig 1. Hokkaido Native Pony foal developed from frozen stored embryo, and crossbred recipient mare (No 1).

Fig 2. Pre-freezing figure of the early blastocyst (No 1) developed to a foal (Fig. 1).

Fig 3. Hokkaido Native Pony foal developed from frozen stored embryo, and crossbred recipient mare (No 4).

Fig 4. Pre-freezing figure of the early blastocyst (No 5) developed to a foal (Fig. 3).

ALLEN: Deep freezing of horse embryos. *J. Reprod. Fert.*, 75: 485-490. (1985).

3) FLOOD, P. F., K. J. BETTERIDGE and M. S. DIOCEE: Transmission electron microscopy of horse embryos 3-16 days after ovulation. *J. Reprod. Fert.*, suppl., 32: 319-327. (1982).

4) GINTHER, O. J.: in *Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects.* (GINTHER, O. L., ed.) 240. Equiservices. Cross Plains, Wisconsin. (1979).

5) OGURI, N. and Y. TSUTSUMI: Non-surgical egg transfer in mares. *J. Reprod. Fert.* 41: 313-320. (1974).

6) SLADE, N. P., T. TAKADA, E. L. SQUIRES, R. P. ELSDEN and G. E. SEIDEL, JR.: A new procedure for the cryopreservation of equine embryos. *Theriogenology*, 24: 45-58. (1985).

7) WHITTINGHAM, D. G.: Embryo banks in the future of developmental genetics. *Genetics, Suppl.*, 78: 395-402. (1974).

- 8) WHITTINGHAM, D. G., S. P. LEIBO and P. MAZUR: Survival of mouse embryos frozen to -196°C and -269°C . Science, N. Y. 178: 411-414. (1972).
- 9) WILLADSEN, S. M.: Factors affecting the survival of sheep embryos during deep-freezing and thawing. in The Freezing of Mammalian Embryos. (ELIOT, K. and J. WHELAN eds.) 175-201. Elsevier North Holland. Amsterdam. (1977).
- 10) WILLADSEN, S. M., C. POLGE and L. E. A. ROWSON: The viability of deep-frozen cow embryos. J. Reprod. Fert. 52: 391-393. (1978).
- 11) YAMAMOTO, Y. and Y. HACHINOHE: Frozen storage of equine embryos. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ., 62: 182-225. (1985).
- 12) YAMAMOTO, Y., N. OGURI, Y. TSUTSUMI and Y. HACHINOHE: Experiments in the freezing and storage of equine embryos. J. Reprod. Fert., Suppl., 32: 399-403. (1982).

—短 報—

大麦ホールクロップサイレージ通年給与による
ホルスタイン去勢牛の肥育

西邑 隆徳・佐藤 幸信・斉藤 利朗・裏 悦次

Fattening of Holstein Steers by Feeding Barley
Whole Crop Silage.Takanori NISIMURA, Yukinobu SATO, Tosiro SAITO,
and Etsuji URA

ホールクロップサイレージは肉用牛の肥育用飼料として、その調製利用に関する様々な検討がなされてきた^{4,6,8,10}。特に、トウモロコシは単位面積当たりの収量および TDN 含量が比較的高く、安定した高品質のサイレージが調製可能であり、トウモロコシサイレージの肥育効果については多くの研究報告がある^{4,8}。しかし、北海道の一部の地域ではとうもろこしの栽培が不安定であり、これらの地帯にも適応できる飼料作物として、飼料用大麦の利用に対する関心が高まりつつある。大麦の調製利用に関する試験はいくつか報告されている^{6,10}が、肉用牛の肥育試験は少なく⁷、その産肉性に及ぼす影響については十分に検討されていない。

本試験では、ホルスタイン去勢牛を用いて、肥育期に大麦ホールクロップサイレージを給与し、その増体成績および産肉性に及ぼす影響について濃厚飼料多給方式と比較検討した。

材料および方法

供試牛は北海道立新得畜産試験場で哺育、育成したホルスタイン去勢牛24頭で、平均月齢は8.0か月齢、平均体重は262 kgであった。これらを2区に分け、大麦ホールクロップサイレージを給与する区(以下、大麦区)と給与しない区(以下、対照区)を設けた。大

麦区には大麦ホールクロップサイレージを給与飼料中乾物比で25%になるように市販配合飼料と乾草とを混合し給与した。対照区には市販配合飼料と乾草を給与した。両区とも6頭ずつの2群を配置し、飼料は群ごとに朝と夕の2回給与した。水および鉱塩は自由摂取させた。肥育期間は1987年1月から1987年11月までの約10か月間であった。

供試飼料の消化率はめん羊を用いて求めた。供試した大麦ホールクロップサイレージの原料は飼料用の2条大麦「あおみのり」で、1987年5月11日に播種し、7月29日に糊熟期で収穫シタワースイロに詰め込んだ。飼料成分の分析は常法¹⁾に従って測定した。

肥育終了後、十勝食肉センターにおいて屠殺解体し前報²⁾に準じて枝肉重量と正肉重量を測定した。枝肉格付は牛枝肉取引規格³⁾に準じて行った。脂肪交雑は脂肪交雑基準No. 1, No. 2, No. 3……No. 12をそれぞれ1, 2, 3……12と点数化した。第9-11肋骨間ロース部より採取した胸最長筋を用いて理化学的分析を行った。理化学的分析は前報²⁾に準じて、水分、粗脂肪含量、肉および脂肪の色調、脂肪の融点を測定した。増体成績、枝肉成績および理化学的分析値については枝分かれ分類法¹¹⁾により分散分析を行い、各処理区間の有意差を検討した。

結果および考察

供試飼料の成分と栄養価を表1に示した。大麦をホ

Key words: Dairy Beef, Fattening, Barley Silage

ールクroppサイレージとして利用する場合は糊熟期ないし黄熟期が収穫適期とされており、箭原ら⁵⁾はこの時期の大麦ホールクroppサイレージの栄養価は乾物中DCPで5~6%, TDNで60~66であったと報告している。本試験で用いた大麦ホールクroppサイレージはDCP 3.2%, TDN 56.5%と箭原らの報告に比べやや低かった。

増体成績ならびに飼料摂取量を表2に、枝肉成績および肉の現化学的性状を表3に示した。飼料摂取量は大麦区では大麦ホールクroppサイレージ2,042 kg, 乾草228 kg, 濃厚飼料2,263 kg, 対照区では乾草336 kg, 濃厚飼料2,943 kgであった。総乾物摂取量は、大麦区2,749 kg, 対照区2,885 kgであり、大麦区は対照区に比べて約5%少ない値であった。TDN摂取量は、大麦区2,033 kg, 対照区2,253 kgであり、大麦区

Table 1. Chemical composition and digestible nutrients of feeds

	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	N-free extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	DCP (%)	TDN (%)
Barley silage	27.3	7.5	1.6	55.7	25.0	10.2	3.2	56.5
Hay	86.8	11.9	3.5	48.2	29.4	6.9	6.1	50.2
Concentrate	88.1	15.3	4.8	65.8	7.2	7.6	11.6	81.2

Table 2. Performance of dairy steers fed by barley whole crop silage

	BS ^a	Control	s.e. ^b
Feed intake (kg)			
Barley silage	2,042	—	—
Hay	228	336	—
Concentrate	2,263	2,943	—
DM intake (kg)	2,749	2,885	75.6
TDN intake (kg)	2,033	2,253	56.2
Initial wt. (kg)	264	261	3.5
Initial age (month)	8.0	8.0	0.6
Final wt. (kg)	640	652	15.3
Final age (month)	18.2	18.2	0.6
Daily gain (kg/day)	1.22	1.26	0.1

a : Barley wholecrop silage
b : Standard error of treatment difference

は対照区に比べて約10%少ない値であった。大石ら⁴⁾は、大麦ホールクroppサイレージ給与区のTDN摂取量は濃厚飼料多給区に比べて6~16%少なかったと報告しており、本試験の結果なこれと同様の傾向を示した。また、TDN摂取量に占める粗飼料からの摂取割合は、大麦区20.4%, 対照区6.5%であり、対照区においてはTDN摂取量の93.5%を濃厚飼料から摂取していたことになる。ホルスタイン去勢牛の肥育のように短期間に高増体を期待するような肥育方式においては高エネルギー飼料の利用は不可欠であるが、濃厚飼料多給は種々の肥育障害の原因ともなり^{5,9)}、増体効率の低下や内臓廃棄などの経済的損失になりかねない。本試験においても、対照区では肝臓廃棄処分となったものが3例認められた。一方、大麦区は1例しか認められなかった。

Table 3. Carcass traits of steers and physical and chemical analyses of M. longissimus dorsi in the experimental animals.

	BS ^a	Control	s.e. ^b
Carcass wt. (kg)	354	362	12.8
Dressing percentage (%)	55.3	55.5	0.7
No. of steers liver was condemned	3	1	—
Cut meat wt. (kg)	265	269	10.0
Cutability (%)	74.8	74.3	0.5
Carcass grade	B3:1, B2:11 B3:5, B2:5, C2:2		—
Marbling score ^c	2.58	2.75	0.8
Moisture (%)	70.6	69.2	1.4
Crude fat (%)	7.0	8.3	2.0
Total hematin (ppm)	74.1	77.5	5.3
Meat color L*	40.6	38.7	1.5
a*	20.1	21.0	0.5
b*	10.4	11.0	0.3
Melting point (°C)	48.8	48.9	0.2
Fat color L*	82.6	84.5	1.4
a*	4.1	4.2	0.5
b*	11.7	11.6	0.9

a : Barley wholecrop silage
b : Standard error of treatment difference
c : Average value of Beef Marbling Score⁸⁾

肥育終了時体重は対照区の652 kgに対して大麦区は640 kgであった。肥育期間の平均日増体量は対照区の1.26 kgに対して大麦区は1.22 kgと若干低い傾向を示した。これは、図1に示したように、肥育開始後24週から28週にかけての増体が対照区よりも劣ったためである。この期間は夏季であり、サイレージの2次発酵が認められ採食量が低下したため増体が劣ったも

のと思われる。大石ら⁴⁾は大麦ホールクroppサイレージを飼料中TDN比30%給与した区では夏季における発酵品質の劣化が原因で飼料の利用性が悪化し増体が劣ったと報告している。このように大麦ホールクroppサイレージを通年給与するような場合は夏季の2次発酵によるサイレージの品質劣化に注意する必要がある。

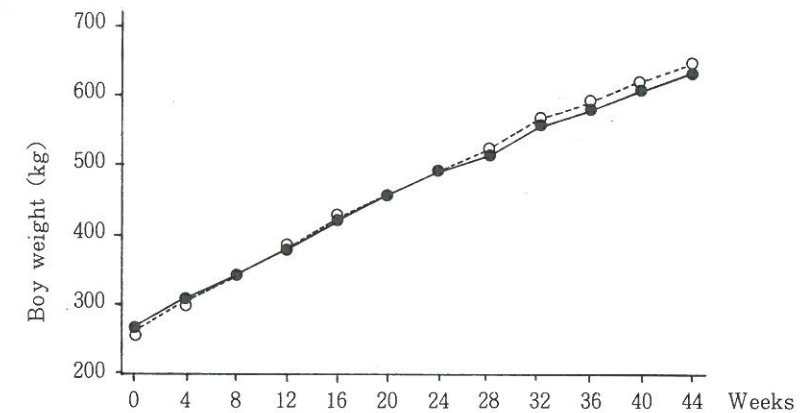


Fig 1. Body weight changes during fattening period

● : BS ○ : Control

枝肉重量は、対照区の362 kgに対して大麦区は354 kgと若干小さかったが両区間に有意な差は認められず、また、枝肉歩留は両区とも約55%であった。正肉重量および正肉歩留は大麦区でそれぞれ、265 kg, 74.8 kg, 対照区で269 kg, 74.3 kgと両区間にほとんど差は認められなかった。枝肉等級は対照区においてはB3が3頭, B2が5頭, C2が2頭であったのに対して大麦区はB3が1頭, B2が11頭と対照区に比べてやや劣る傾向にあった。脂肪交雑の平均値が対照区2.75であったのに対して大麦区は2.58とやや低かったことが反映したと思われる。胸最長筋の粗脂肪含量においても、対照区の8.3%に対して大麦区は7.0%とやや低い傾向を示した。このように、筋肉内への脂肪蓄積において両区に若干の差がみられた。これは大麦区のTDN摂取量が対照区に比べ約10%低かったことが影響したものと思われる。総色素量、肉の色調、脂肪の融点および脂肪の色調については区間に有意な差は認められず、大麦ホールクロップサイレージを給与しても肉色や脂肪の質および色には影響を及ぼさないとする既往の研究^{4,7)}と同様の傾向を示した。

以上の結果、ホルスタイン去勢牛の肥育期に大麦ホールクロップサイレージを乾物比で飼料中25%程度給与した場合、濃厚飼料多給方式とほぼ同程度の増体成績ならびに枝肉成績が得られた。また、大麦ホールクロップサイレージの給与が肉の理化学的性状に及ぼす影響はほとんどなかった。

文 献

- 1) 森本 宏監修：動物栄養試験法。養賢堂，東京。(1971)。
- 2) 西邑隆徳・佐藤幸信・斉藤利朗・裏悦次：ホルスタイン去勢牛の育成方法が肥育期の発育ならびに

産肉性に及ぼす影響。新得畜試研究報告17・11-11 (1990)。

- 3) 日本食肉格付協会：牛・豚枝肉 牛・豚部分肉取引規格解説書，(1989)。
- 4) 大石登志雄・上野 繁・竹原直樹・高椋久次郎・須永 武：粗飼料多給型による肥育技術の確立。第2報，乳用雄去勢牛におけるホールクロップサイレージの肥育効果。福岡農総研報 C (畜産) 5 : 12-18 (1984)。
- 5) 鹿江雅光：肥育牛の肝臓瘍について。家畜診療 222 : 17-23 (1981)。
- 6) 齋野 保・三上 昇・山下良弘・山崎昭夫：ホールクロップサイレージ飼料の開発に関する研究。第1報 麦類のホールクロップサイレージの品質と飼料価値。北海道農試研究報告 113 : 159-185 (1976)。
- 7) 田之上悠石・安田三郎・田原孝二・田崎道弘・宮内泰千代・平田 斎：飼料用大麦サイレージ(Whole crop Silage)の肥育飼料価値に関する試験。鹿児島畜産試験場研究報告9 : 27-37 (1976)。
- 8) 裏 悦次・新名正勝：放牧とうもろこしサイレージ主体の秋生まれ乳用種去勢牛の育成・肥育。新得畜試研究報告，9，7-14 (1979)。
- 9) 和久野均衡・前田博之・森千恵子・湯浅 亮：ホルスタイン肥育牛の肝臓瘍問題について。1.その実態調査-肝臓瘍の大きさと枝肉重量および格付等級との関連。北獣会誌 32 : 37-38 (1988)。
- 10) 箭原信男・高井慎二・沼川武雄：大麦ホールクロップサイレージの調製利用に関する試験。東北農試研究報告 65 : 73-90 (1980)。
- 11) 吉田 実：畜産を中心とする実験計画法 : 256-272。養賢堂，東京。(1971)。

場外学術雑誌掲載論文抄録

反復(7~14回)過排卵処理した肉用牛の採卵性

山本 裕介・南橋 昭・陰山 聡一・芦野 正城
八鍬 隆司・伊東 季春・工藤 卓二

北海道牛受精卵移植研究会報 第8号 4~8 (1989)

黒毛和種9頭，アバディーンアンガス2頭，ヘレフォード1頭を用い，FSH-PG法による過排卵処理を7~14回反復した。採卵間隔は平均84.1日で採卵期間は474日(7回)から1,118日(14回)であった。採卵間隔は6回目以降では延びる傾向にあった。総採卵回数は126回，1回あたりの回収卵数は12.3±8.6個(平均±標準偏差)，正常卵数は8.0±7.0

個で，全体的にみれば反復による回収卵数および正常卵数への悪影響は認められなかった。個体内の回収卵数および正常卵数の変動は大きく，多様な変動パターンがみられたが，採卵回数ごとでは1,2回目が高く，3回目から10回目まではやや低いレベルを維持する傾向にあった。

とうもろこしサイレージ通年給与による
乳用雄子牛の育成肥育

西邑 隆徳・佐藤 幸信・斉藤 利朗・裏 悦次

北農 第56巻 第12号 18~31 (1989)

乳用雄子牛の通年舎飼方法における育成期ならびに肥育期のとうもろこしサイレージの効果的な利用方法を検討した。

肥育期におけるとうもろこしサイレージ給与量が増体ならびに産肉性に及ぼす影響について検討した結果，とうもろこしサイレージを1日1頭当り7kg給与した区および14kg給与した区は，とうもろこしサイレージ無給与の対照区に比べて，肥育終了時体重および日増体量は若干小さい傾向にあったが，枝肉成績，肉の理化学的性状，官能検査結果では処理区間に差がみら

れなかった。

育成期におけるとうもろこしサイレージ給与量が肥育期の発育ならびに産肉性に及ぼす影響について検討した結果，育成期にとうもろこしサイレージを5%給与した区は肥育前期，後期における日増体量がとうもろこしサイレージを2%給与した区および対照区に比べて高い傾向を示した。肥育終了時の枝肉成績，肉の理化学的性状，官能検査結果では処理区間に大きな差はみられなかった。

Protection against Bovine Rotaviruses in Newborn Calves by
Continuous Feeding of Immune Colostrum

Hiroshi TSUNEMITSU, Mitsugu SHIMIZU¹⁾, Tsunao HIRAI, Hiromi YONEMICHI,
Takuji KUDO, Kiyokazu MORI, and Sadao ONOE

Jpn. J. Vet. Sci. Vol 51 No 2 300 ~ 308 (1989)

Three pregnant cows were inoculated intramuscularly with inactivated vaccine to bovine rotavirus (BRV) serotype 1 (BRV-1) and serotype 2 (BRV-2). Serum neutralizing antibody (NA) titers against both serotypes increased significantly after immunization. NA titers of colostrum obtained from immunized cows against BRV-1 and BRV-2 were 29286 and 38109, respectively, which were significantly higher than those from non-immunized control cows. Nine and 6 colostrum deprived calves were orally challenged with BRV-1 and BRV-2, respectively, and monitored for clinical manifestation and viral shedding. Five calves of

them, 3 with BRV-1 and 2 with BRV-2, received 2l of milk replacer supplemented with 10% immune colostrum 2hr before challenge and twice daily for the first 5 days after challenge. Other 10 calves, 6 with BRV-1 and 4 with BRV-2, were fed only milk replacer as controls. All control calves developed severe diarrhea and shed a large amount BRV in feces, beginning from 24 to 48 hr after challenge inoculation. On the contrary, all calves but one fed colostrum supplement remained clinically healthy after challenge, and BRV was not detected in their feces during feeding immune colostrum. The possibility that continuous feeding of immune colostrum is capable of preventing newborn calves from diarrhea associated with BRV and viral shedding was suggested.

1) Hokkaido Research Station, National Institute of Animal Health, Hitsujigaoka 4, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 081.

Effects of Climatic Factors on Heat Loss from a Heat Loss Simulator
for a Young Calf Exposed to a Cold Outdoor Environment

Masahiro OKAMOTO¹⁾ and Akio SONE²⁾

Jap. J. Livest. Management. Vol 25 No 2 47~53 (1989)

The effects of air temperature, air movement, snowfall and rainfall and direct solar radiation on heat loss from a heat loss simulator for a young calf were examined. The heat loss simulator, a cylindrical in shape was covered with tanned calf fur and filled with an ethylenglycol solution controlled at 39°C. Heat loss from the simulator exposed to a cold outdoor environment was measured by heat flow

transducers. Direct solar radiation reduced heat loss remarkably. A regression equation was derived relating heat conductance of the simulator to wind velocity and was found to be linear. A multiple regression equation to predict heat loss from the simulator from air temperature and wind velocity was also derived. The coefficient of determination (R^2) of the equation was 0.756. Heat conductance of the simulator increased during snowfall and rainfall. The effect of rainfall on conductance was greater than that of snowfall. Dry powderlike snow had little effect on conductance.

Present address :

- 1) Takikawa Livestock Research Station, ARS Hokkaido, Takikawa, 073.
- 2) Hokkaido Chikusan kai, Sapporo, 001.

チモシー (*Phleum pratense* L.) 優占草地へのアカクロバ
(*Trifolium pratense* L.) 追播

I. パラコートによるチモシーの再生抑制と簡易な播種床処理法

竹田 芳彦*・寒河江洋一郎**・山崎 昶**・蒔田 秀夫***

日草誌 第35巻3号 212～219 (1989)

チモシー (以下TYと略す) 優占草地にアカクロバ (以下RCと略す) を追播・定着させるため、接触型除草剤パラコート液剤を用いて、既存のTYの再生を抑制する方法について探索し、併せて簡易な播種床の処理法についても検討した。

本試験においては、既存牧草・TYの再生は、パラコート液剤50-100 ml/10a で顕著に抑制された。このような低濃度での抑制効果の発現は、高温・乾燥状態での散布処理にもとづくものと推察される。散布時期では8月散布より7月散布の抑制効果が大きかった。さらに散布時の草丈が低いほど、また、再生期間が短いほど抑制効果が大きい傾向にあった。ただし、再生

期間が極く短い場合 (10日間) の抑制効果は小さかった。このことから、パラコート液剤の処理効果は、既存牧草の草量や生育段階によってもかなり影響されると推察される。なお、ディスクハローによる簡易な草地表層の物理的処理によっても既存のTYの再生をある程度は抑制できることがわかった。

追播RCの発芽・定着は、高温、乾燥条件にある場合には、特に播種床条件が大きく影響し、作溝条播 (PTS区) や表層攪拌・鎮圧 (D区) により発芽定着を高めた。一方、追播後の水分条件が十分なときには、パラコート液剤散布の有無の影響が大きく、散布区ではRCの出芽数が播種床の条件にかかわらず多かった。

キーワード：アカクロバ、接触型除草剤、チモシー優占草地、パラコート、不耕起追播。

* 現在 北海道立根釧農業試験場

** 現在 北海道立滝川畜産試験場

*** 現在 北海道立天北農業試験場

新得畜試研究報告 No.17 1990.3

平成2年3月15日 印刷

平成2年3月26日 発行

編集兼
発行所 北海道立新得畜産試験場
北海道上川郡新得町西4線40
TEL (01566) 4-5321

印刷所 ソーゴ印刷株式会社
帯広市西16条北1丁目25番地
TEL (0155) 34-1281(代)