

新得畜試研究報告
Bull. Shintoku Anim.
Husb. Exp. Stn.

ISSN 0388-0044

北海道立新得畜産試験場研究報告

第 16 号

Bulletin
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 16

昭和63年12月

1988

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 16 号

目 次

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 坂東 健・出岡謙太郎・岡本 全弘・曾根 章夫	1
肉専用種子牛の初乳免疫の取得と初乳免疫が下痢および発育に及ぼす影響 藤川 朗・恒光 裕	9
黒毛和種去勢牛の肥育過程における血清脂質の変化と屠体形質との関係 西邑 隆徳・佐藤 幸信・川崎 勉・森 清一	19
トウモロコシサイレーズ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 出岡謙太郎・岡本 全弘・原 悟志・伊東 季春	25
短 報 赤外線分析法で測定した乳成分による牛乳のエネルギー含量の推定 原 悟志・坂東 健・小倉 紀美・黒沢 弘道・中辻 浩喜	31
短 報 ガス状アンモニア添加トウモロコシサイレーズのめん羊による消化率 出岡謙太郎・岡本 全弘・原 悟志・伊東 季春	35
短 報 水素化物生成—原子吸光法による牛血清セレンの定量 森 清一・工藤 卓二・米道 裕彌・尾上 貞雄・恒光 裕・平井 綱雄	39
場外学術雑誌掲載論文抄録	43

Bulletin
of the
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 16

Contents

Originals

- Effect of Timothy Hay-Corn Silage Raito on Feed Intake
and Milk Production of Dairy Cows
Takeshi BANDO, Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO and Akio SONE 1
- Relationship Between Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins
and Body Weight Gains in Beef Calves
Akira FUJIKAWA and Hiroshi TSUNEMITSU 9
- Interrelationship between Carcass characteristics and Serum Lipids
during the Fattening Period in Japanese Black Steers
Takanori NISHIMURA, Yukinobu SATOH, Satoshi HARA and Sueharu ITOH 19
- Effect of Mixed Corn Silage Based Feed on the Milk Production
and Feed Intake of Dairy Cows
Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOH 25
- Short Report
- A Note on Prediction of Energy Value of Cow's Milk from The Concentration
of Its Components Measured by Infrared Milk Analysis Instrument
Satoshi HARA, Takeshi BANDO, Noriyoshi OGURA,
Hiromichi KUROSAWA and Hiroki NAKATSUJI 31
- Digestibility of Ammonia treated Corn Silage by Sheep
Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOH 35

- Determination of Selenium in Bovine Serum by Hydride
Generation-Atomic Absorption Spectroscopy
Kiyokazu MORI, Takuji KUDO, Hiromi YONEMICHI, Sadao ONOE,
Hiroshi TSUNEMITSU and Tsunao HIRAI 39

Others

- Summaries of the papers by the staff appearing on other scientific journals 43

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

坂東 健・出岡謙太郎*・岡本 全弘*・曾根 章夫

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、チモシー乾草（1番草出穂前期調製）とトウモロコシサイレージ（早生品種、黄熟期調製）の採食比率を乾物で75:25、50:50、25:75、および0:100の4処理として自由採食させ、飼料摂取量、乳量、乳組成などに及ぼす影響について検討した。

乾草のDCPとTDNの含量は、それぞれ5.5%、57.7%、トウモロコシサイレージでは4.5%、74.0%であった。粗飼料からの乾物およびTDNの摂取量、ならびにTDNの充足率は乾草主体で最も低く、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて著しく増加した。粗飼料からのDCPの摂取量は各処理間に大差なく、いずれも少なかった。実乳量および4%FCM量は乾草主体で最も少なく、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて増加した。乳成分においても、乾草主体に比べてトウモロコシサイレージ主体においてやや向上する傾向が認められた。体重はトウモロコシサイレージ単用において最も多かった。

十勝、網走地方を中心とする畑地型酪農地帯においては乳牛の基幹粗飼料としてチモシー乾草とトウモロコシサイレージが利用されている。

チモシー乾草は収穫適期間に晴天日が少ないなどの気象的制約が大きいため刈り遅れになりがちであり、その品質や栄養価はあまり向上していない¹⁾。これに対して、トウモロコシサイレージは、近年早生品種の育成・導入や栽培技術の向上によって収穫適期の黄熟期に調製することが可能²⁾になっており、その栄養価³⁾や産乳価値⁴⁾は向上している。また、トウモロコシは牧草に比べて、単位面積当たりのTDN収量が著しく多く、サイレージ調製が容易であるなどの利点がある⁵⁾。したがって、今後、粗飼料を主体として乳牛1頭当たりの乳量を増加させるためには、チモシー乾草に対するトウモロコシサイレージの給与割合を高める必要があると考えられる。しかし、乾草とトウモロコシサイレージの給与比率や併用給与が乳生産に及ぼす影響についてはアルファル乾草^{6, 7)}やオーチャードグラス乾草^{8, 9, 10)}などの組み合わせにおいて検討されており、チモシー乾草を用いて検討した報告は見当たらない。

そこで、現地で平均的な栄養価¹⁾の1番草の出穂前期に調製したチモシー乾草と早生品種を用いて黄熟期に調製したトウモロコシサイレージとを種々の比率で

採食するように給与し、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検討した。

試 験 方 法

トウモロコシサイレージは早生品種（ワセホマレ）を用い黄熟期（全乾物中雌穂割合52%、10月6日収穫）に、ハーベスタの切断長を9mmとして調製した。乾草は出穂前期のチモシー1番草（植生割合93%、7月2日刈り取り）を用い、圃場で雨に当てることなく調製した。

飼養試験は、北海道立新得畜産試験場けい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18日間とし、各期とも最後の1週間を本期とした。

チモシー乾草とトウモロコシサイレージの採食比率は乾物で、75:25、50:50、25:75および0:100の4処理（以下CS25%、50%、75%および100%区と略記する）とした。粗飼料の給与量は設定した比率で採食し、かつ給与粗飼料全体の10%程度の残食量（乾物換算）ができるように毎日調整した。すなわち、トウモロコシサイレージの給与量はCS100%区で飽食量とし、その他の処理区では、その嗜好性がチモシー乾草に比べて高いことから、前日の乾草の乾物摂取量にトウモロコシサイレージの乾草に対する設定採食比率を乗じ

* 北海道立滝川畜産試験場

た量に制限した。チモシー乾草の給与量はCS100%区以外の処理区において、前日の乾草の乾物摂取量に残余量として見込んだ量を加えて算出した。濃厚飼料の給与量は1日当たり2kg(大豆粕1.5kgと配合飼料0.5kg)を下限とし、4%乳脂補正乳量(4%FCM量)が16kg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。飼料の給与回数は粗飼料で朝(6時)、昼(13時)および夕(16時)の3回とし、1回につきチモシー乾草あるいはトウモロコシサイレージのいずれかを給与した。また、濃厚飼料は朝と昼の2回に分けて給与した。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。

飼料の一般成分およびサイレージのpH、有機酸ならびに揮発性塩基態窒素の分析は常法¹¹⁾により行った。牛乳の全固形分、脂肪率および蛋白質率は、それぞれTMS装置(日本冶金化学工業製)、Milko-tester法¹²⁾およびPro-Milk法¹³⁾により測定した。

チモシー乾草、トウモロコシサイレージおよび配合

Table 1. Digestibility of feeds

	Dry matter	Crude protein	Ether extract	N-free extract	Crude fiber
	(%)				
Timothy hay	60.3	57.8	50.2	59.9	65.3
Corn silage	70.9	51.3	81.9	79.1	56.2
Concentrate mixture	82.3	80.0	80.0	88.7	61.7

Table 2. Chemical composition and digestible nutrients of feeds

	Dry matter	Crude protein	Ether extract	N-free extract	Crude fiber	Crude ash	DCP	TDN
	(%)							
	(% of dry matter)							
Timothy hay	85.3	9.5	2.3	45.1	34.6	8.6	5.5	57.7
Corn silage	28.8	8.8	4.2	66.7	16.0	4.4	4.5	74.0
Concentrate mixture	85.3	18.5	3.2	62.8	6.3	9.2	14.8	80.2
Soybean meal	88.5	52.0	3.9	31.3	6.5	6.3	47.8	89.4

トウモロコシサイレージのpHは3.93、原物中総酸、乳酸、酢酸およびプロピオン酸の含量はそれぞれ2.22、1.73、0.48、0.01%であり、全窒素に占める揮発性塩基態窒素の割合は5.5%であった。両粗飼料とも試験期間中に発熱、発カビは認められなかった。

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¹⁴⁾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)¹⁵⁾から算出した。

飼養試験成績の統計処理には各群各期の平均値を用い、各処理区間の差の有意性はTurkeyの方法¹⁶⁾により検定した。

試験結果

供試飼料の消化率、飼料成分、栄養価を表1と2に示した。トウモロコシサイレージの消化率はチモシー乾草に比べて、乾物、粗脂肪、可溶無窒素物(NFE)で高く、粗蛋白質、粗繊維で低かった。また、各成分の含量についてみると、トウモロコシサイレージはチモシー乾草に比べて、粗蛋白質で同程度であり、粗脂肪とNFEで高く、粗繊維と粗灰分では著しく低かった。DCP含量は両粗飼料間に大差なく、いずれも低かった。TDN含量では、トウモロコシサイレージが74.0%で、チモシー乾草の57.7%に比べて16.3%も高かった。

草の採食率(採食乾物量/給与乾物量×100)はCS25、50および75%区でそれぞれ79.2±2.7%、75.1±3.3%および65.3±6.2%であった。これに対して、トウモロコシサイレージの採食率はCS25、50および75%区でそれぞれ98.9±2.5%、97.4±3.2%および96.0±2.3%とほぼ100%であり、その嗜好性はチモシー乾草に比べて優っていた。

粗飼料の乾物摂取量はCS25%区で12.2kgと最も低く、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて

増加し、CS100%区では16.1kgと最も多かった。CS25、75および100%区のそれぞれの間に、またCS50%区と100%区の間に有意差が認められた。総乾物摂取量においても各処理区間の差異は粗飼料における結果と同様であった。また、乾物摂取量の体重に対する割合は、粗飼料においてCS25%区で1.89%と最も低く、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて増加し、CS100%区で2.42%と最も高かった。総乾物摂取量においても粗飼料の場合と同様の結果であった。

Table 3. Mean daily dry matter intake

	Timothy hay : corn silage ratio			
	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
	(kg)			
Timothy hay	9.0	6.5	3.5	0
Corn silage	3.2	6.9	10.6	16.1
Concentrate mixture	2.3	2.4	2.4	2.4
Soybean meal	1.3	1.3	1.3	1.3
Forage	12.2 ^a	13.4 ^{ab}	14.1 ^b	16.1 ^c
Total	15.9 ^a	17.1 ^{ab}	17.8 ^b	19.8 ^c
	(% of BW)			
Timothy hay	1.39	1.02	0.54	0
Corn silage	0.50	1.08	1.63	2.42
Forage	1.89 ^a	2.10 ^b	2.17 ^b	2.42 ^c
Total	2.45 ^a	2.66 ^b	2.74 ^b	2.97 ^c

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

Table 4. Mean daily DCP and TDN intake

	Timothy hay : corn silage ratio			
	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
DCP intake (kg)				
Timothy hay	0.50	0.36	0.19	0
Corn silage	0.15	0.31	0.48	0.73
Forage	0.65 ^a	0.67 ^{ab}	0.67 ^{ab}	0.73 ^b
Total	1.62 ^a	1.64 ^{ab}	1.64 ^{ab}	1.70 ^b
TDN intake (kg)				
Timothy hay	5.22	3.75	2.02	0
Corn silage	2.37	5.14	7.83	11.93
Forage	7.59 ^a	8.89 ^b	9.85 ^c	11.93 ^d
Total	10.63 ^a	11.94 ^b	12.92 ^b	15.01 ^c
DCP intake (% of requirement)*	136 ^a	133 ^{ab}	130 ^{bc}	129 ^c
TDN intake (% of requirement)*	100 ^a	108 ^b	115 ^c	128 ^d

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

* Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1974)

乾物摂取量を表3に示した。粗飼料の乾物摂取量に占めるトウモロコシサイレージの割合はCS25、50、75および100%区でそれぞれ、26.5±1.6%(平均値±標準偏差)、51.7±1.9%、75.2±1.9%および100%であり、ほぼ設定した比率で採食した。また、チモシー乾

DCPとTDNの摂取量を表4に示した。粗飼料からのDCP摂取量はCS25%区において0.65kgであり、CS100%区の0.73kgに比べて有意に低かったが、両処理区間の差は極めて小さく、いずれの処理区においても0.7kg程度と少なかった。全飼料からのDCP摂取量は大豆粕の給与により各処理区とも著しく増加したが、処理区間の差異は粗飼料における結果と同様であった。DCPの充足率では一部の処理区間に有意差が認められたが、その差は極めて小さく、いずれも130%程度

であった。

粗飼料からのTDN摂取量はCS25%区が7.59kgと最も低く、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて著しく増加し、CS100%では11.93kgと最も高く、各処理区間の差は有意であった。全飼料からのTDN摂取量における各処理区間の差異は粗飼料における結果と同様であった。また、TDNの充足率はCS25%区で100%と最も低く、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて向上し、CS100%区では128%と最

Table 5. Mean daily milk production, composition and body weight

	Timothy hay : corn silage ratio			
	75 : 25	50 : 50	25 : 75	0 : 100
Milk production (kg)				
Actual	17.9 ^a	19.1 ^{ab}	19.6 ^b	20.4 ^b
4%FCM	17.5 ^a	18.6 ^{ab}	19.3 ^{bc}	20.3 ^c
Milk composition (%)				
Total milk solid	12.69 ^a	12.64 ^a	12.73 ^{ab}	12.96 ^b
Fat	3.92 ^{ab}	3.85 ^b	3.92 ^{ab}	4.02 ^a
Solid-not-fat	8.77 ^a	8.79 ^a	8.81 ^{ab}	8.94 ^b
Protein	3.32 ^a	3.33 ^a	3.33 ^a	3.43 ^b
Body weight (kg)	654 ^{ab}	645 ^a	652 ^{ab}	670 ^b

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

も高く、各処理区間の差は有意であった。

乳量、乳組成および体重を表5に示した。CS25%区の4%FCM量は17.5kgと最も低く、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれ増加し、CS100%区では20.3kgと最も高く、CS25%区とCS75および100%区の両区間に、またCS50%区とCS100%区の間にも、それぞれ有意差が認められた。

牛乳の全固形分(TMS)率および無脂固形分(SNF)率は、CS25%および50%区に比べてCS75%およびCS100%区においてやや高くなる傾向があり、前2処理区とCS100%区の差は有意であった。乳脂肪率ではトウモロコシサイレージの採食比率の変化に伴う一定の傾向は認められず、CS50%区が3.85%と最も低く、一方、CS100%区が4.02%と最も高く、両処理区間においてのみ有意差が認められた。乳蛋白質率はCS100%区が最も高く、他の3処理区との間の差は有意であった。

体重はCS50%区が645kgと最も少なく、CS100%区が670kgと最も多く、両処理区間においてのみ有意差

が認められた。

考 察

本試験において、黄熟期に調製したトウモロコシサイレージは出穂前期に調製したチモシー1番刈乾草に比べて嗜好性において優っており、その採食比率を高めることにより乾物摂取量が増加することが認められた。このような結果はトウモロコシサイレージ^{12, 18)}およびチモシー乾草¹⁹⁾を生育時期別に調製し、乾物摂取量について検討した報告からも十分予想されることである。OWEN⁸⁾らも十分に登熟したトウモロコシサイレージの給与量を3水準とし低栄養価のオーチャードグラス乾草を供給した場合には、全般的に乾物摂取量が低く、トウモロコシサイレージの給与量が減少するにつれて低下する傾向があることを報告している。一方、トウモロコシサイレージを自由採食させる条件において良質なオーチャードグラス乾草⁹⁾や早刈りのイネ科牧草主体の乾草¹⁰⁾を併給することにより乾物摂取量が増加することが報告されている。これらの相違に

はトウモロコシサイレージの給与量および乾草の品質や栄養価の差異が影響しているものと考えられるが明らかではない。

粗飼料からのDCP摂取量は一部の処理区間に有意差が認められたが、いずれも0.7kg程度と少なく、牛体の維持と7kg程度の4%FCM量を生産するために必要な量を充足するに過ぎなかった。これに対して、粗飼料からのTDN摂取量は、トウモロコシサイレージの比率が高まるにつれて著しく増加しており、CS75%および100%区において牛体の維持と15~20kgの4%FCM量を生産するために必要な量を摂取した。このように、トウモロコシサイレージを主体とする粗飼料構成では、粗飼料からのDCP摂取量がTDN摂取量に比べて相対的に少ないので、その補給が極めて重要である。

DCPの充足率は各処理区とも乳牛用の配合飼料に加えて大豆粕を給与したため130%程度となった。一方、TDN充足率はトウモロコシサイレージの採食比率が高まるにつれて向上し、CS100%区では128%になった。以上のことは、トウモロコシサイレージ主体あるいはその単用飼養において、DCP含量の高い濃厚飼料を用いることにより、その給与量を本試験よりも節減できることを示唆している。

乳量では、実量および4%FCM量のいずれにおいてもトウモロコシサイレージの採食比率が高まるにつれて増加し、黄熟期~完熟期に調製したトウモロコシサイレージの産乳価値は高いとする報告^{4, 17)}と同様の結果になった。このような各処理区間の乳量の差異はTDN摂取量と同じ傾向であり、その多少が乳量に影響しているものと考えられた。一方、トウモロコシサイレージを自由採食させる条件においてイネ科牧草の乾草を併給することにより乾物摂取量と4%FCM量⁹⁾あるいは固形分補正乳量¹⁰⁾が増加したことが報告されている。このような相違は乾草の品種・栄養価や、トウモロコシサイレージおよび濃厚飼料の給与量の差異により生じたものと考えられるが明らかではない。

乳脂肪率では、CS75%および100%区がCS25%区あるいは50%区に比べて同程度ないしはやや高く、トウモロコシサイレージ多給時に乳脂肪率が良好であったとする報告^{17, 20)}と同様の結果であった。これに対して、HOLTER¹⁰⁾らはトウモロコシサイレージ単用はこれに乾草を併給した場合に比べて乳脂肪率が低いことを報告している。この低下の原因として粗繊維不足が考えら

れたので、各飼料の摂取量と成分含量から全飼料中の粗繊維含量を算出すると13% (1泌乳期平均) となり、本試験のCS100%区の14%と大差なく、いずれも乳脂肪率の低下を招く低い含量²¹⁾であった。一方、全飼料に占める濃厚飼料の割合は本試験では19%であり、HOLTER¹⁰⁾らの53% (1泌乳期平均。泌乳最盛期70%程度) に比べて著しく低かった。これらのことは、乳脂肪率の低下には全飼料中の粗繊維含量とともに濃厚飼料の割合が関係しており、粗飼料の主体がトウモロコシサイレージで全飼料に占める濃厚飼料の割合が低い飼養条件では、全飼料中の粗繊維含量が本試験程度まで低下しても乳脂肪率の低下が生じないことを示唆している。

牛乳のSNF率および蛋白質率はトウモロコシサイレージの採食比率が高まるにつれて向上する傾向であり、黄熟期~完熟期に調製したトウモロコシサイレージの給与によりこれらの乳成分が向上するという報告¹⁷⁾と一致した。これは、TDN含量の高いトウモロコシサイレージの多給によりエネルギーの充足率が向上したところによるものと考えられる²²⁾。

体重はCS100%区で著しく増加した。この増加は牛乳のSNF率や蛋白質率の向上と同様にエネルギーの充足率が高いことによる。

以上、チモシー乾草に対するトウモロコシサイレージの採食比率が高まるにつれてTDN摂取量および乳量が増加することが認められた。今後、粗飼料からのTDN摂取量とともにDCP摂取量を増加させるために、トウモロコシサイレージ主体飼養時における併給粗飼料についての検討が必要である。

文 献

- 1) ホクレン: 粗飼料分析値統計表総合計 (1982-1987)
- 2) 戸沢英男: 寒地におけるホールクロップ・サイレージ用トウモロコシの安定多収への栽培改善と品種改良に関する研究. 北海道立農試報告, 53 (1985)
- 3) 名久井忠・榎引英男・岩崎 薫・早川政市: トウモロコシサイレージにおける早晩生品種の飼料価値、栄養収量の年次変動について. 北海道農試研報, 126: 149-162 (1980)
- 4) 和泉康史・渡辺 寛・岡本全弘・裏 悦次・福井孝作・曾根章夫: 異なる品種のとうもろこしサイレージとチモシーサイレージの産乳価値の比較. 日畜会

- 報, 47: 418-422 (1976)
- 5) 坂東 健: 乳牛飼料としての牧草とトウモロコシの得失一特に十勝地方を中心に一. 畜産の研究, 31: 867-870 (1977)
- 6) 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)
- 7) 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)
- 8) OWEN, D. F. JR., C. R. RICHARDS, and T. A. BAKER: The effect of varying levels of hay and corn silage consumption on total digestible nutrient intake and milk production. *J. Dairy Sci.*, 39: 1425-1429 (1956)
- 9) WALDERN, D. E.: Effects of supplemental hay on consumption of low and medium dry matter corn silage by high-producing dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 52: 491-495 (1972)
- 10) HOLTER, J. B., W. E. URBAN, JR., W. S. KENNET, and C. J. SNIFFEN: Corn silage with and without grass hay for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 56: 915-922 (1973)
- 11) 森本 宏監修: 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京. (1971)
- 12) MCDOWELL, A. K. R.: Fat testing of composite milk samples with the milko-tester. *J. Dairy Res.*, 35: 181-189 (1968)
- 13) 桑原邦介・渡辺 正・岡本全弘・長沢太郎: 牛乳蛋白質迅速定量法としてのPro-Milk法とケルダール法との比較. 農芸化誌, 39: 239-241. (1965)
- 14) 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 (1980年版): 48-49, 中央畜産会, 東京. (1981)
- 15) 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 (1974年版). 中央畜産会, 東京. (1974)
- 16) 吉田 実: 畜産を中心とする実験計画法: 84-86. 養賢堂, 東京. (1975)
- 17) 和泉康史・裏悦次・岡本全弘・渡辺 寛・福井孝作・曾根章夫: 熟期の異なるとうもろこしサイレーズと1番および2番刈オーチャードグラス・ラジノクローバサイレーズの産乳価値の比較. 日畜会報, 47: 537-542. (1976)
- 18) 名久井忠・岩崎 薫・早川政市: ホールクローブサイレーズ用トウモロコシの収穫適期の検討. 日草誌, 26: 412-417. (1981)
- 19) 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)
- 20) 和泉康史・黒沢弘道・小倉紀美・石田 亨・尾上貞男: 牧草サイレーズおよびとうもろこしサイレーズの給与量が養分摂取量および乳生産に及ぼす影響. 日畜会報, 53: 686-691. (1982)
- 21) MACLEOD, D. K., D. G. GRIEVE, and I. McMILLAN: Performance of first lactation dairy cows fed complete rations of several ratios of forage to concentrate. *J. Dairy Sci.*, 66: 1668-1674 (1983)
- 22) BROSTER, W. H., BROSTER, V. J., and T. SMITH: Experiments on the nutrition of the dairy heifer. VIII. Effect on milk production of level of feeding at two stages of the lactation. *J. agric. Sci., Camb.*, 72: 229-245 (1969)

Effect of Timothy Hay-Corn Silage Ratio on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows

Takeshi BANDO, Kentaro DEOKA*, Masahiro OKAMOTO* and Akio SONE

Summary

Twelve lactating Holstein cows were used in a 4×4 Latin-square design to compare the feeding values of four experimental rations. Rations used were (A) 75:25, (B) 50:50, (C) 25:75, and (D) 0:100 timothy hay to corn silage ratios on a dry basis. Timothy hay harvested at the full heading stage of first growth was fed ad libitum in ration A, B and C. Corn silage harvested at the yellow ripe stage was fed according to hay dry matter intake to keep their ratios constant in ration A, B and C, and ad libitum in ration D. All cows were fed 2kg of concentrate (1.5kg soybean meal plus 0.5kg concentrate mixture) with additional concentrate mixture being given at the rate of 1kg per 2kg of 4% fat-corrected milk over 16.0kg/day.

The DCP and TDN contents of timothy hay were 5.5 and 57.7% and for corn silage were 4.5 and 74.0% respectively. Dry matter intake and TDN intake were lowest on ration A and increased significantly ($P<0.05$) with increases in the ratio of corn silage, being highest on ration D. Though DCP intake was significantly higher ($P<0.05$) on ration D than on ration A, the difference between the two rations was very small. 4% fat-corrected milk production was lowest on ration A and increased significantly ($P<0.05$) with increases in the ratio of corn silage, being highest on ration D. The percentage of milk fat was significantly higher ($P<0.05$) on ration D than on ration B. The percentage of solid-not-fat increased with increases in the ratio of corn silage and was significantly higher ($P<0.05$) on ration D than on ration A and B.

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

肉専用種子牛における初乳抗体の 取得と発育との関連性*

藤川 朗・恒光 裕

肉専用種の大規模牛群において、哺乳開始時間、品種および母牛年齢が子牛の初乳抗体の取得に及ぼす影響と初乳抗体が下痢ならびに発育に及ぼす影響を検討した。1987年2月～5月に出生した肉専用種子牛158頭（アバディーンアンガス61頭、ヘレフォード79頭、黒毛和種18頭）を調査対象牛とし、出生2日後の血清中総蛋白質濃度（TP）ならびに γ -グロブリン濃度（ γ -G）を測定した。

TPと γ -Gとの間に有意な高い相関が認められ（ $r=0.89$ ）、 γ -G=0.8TP-3.2（ $r^2=0.79$ ）という推定式が得られた。アバディーンアンガス子牛の γ -Gは他の品種より有意に高く、母牛年齢が2歳ならびに8歳以上の子牛の γ -Gは他の年齢のものより有意に低かった。黒毛和種の下痢発生率ならびにへい死率は他の品種より有意に高く、下痢の治療日数も長かった。下痢の治療日数が4日以上の子牛の日増体量は1日以下のものよりも有意に低かった。日増体量に対する品種、性および γ -Gに対する回帰の効果は有意となり、正の回帰係数が推定された。

北海道における繁殖経営農家一戸当たりの平均雌牛飼養頭数はアバディーンアンガスが40頭、ヘレフォードが30頭であり、黒毛和種の10頭と比較して著しく規模が大きい¹⁾。アバディーンアンガスならびにヘレフォードの飼養頭数は着実に増加しつつあるが、両品種のみならず、あらゆる肉専用種において低コスト素牛生産を実現するためには省力的多頭飼育による繁殖経営が必要となるであろう。生産率の向上は繁殖経営の所得向上に大きく貢献する²⁾とされており、発育初期の疾病による子牛の損耗を防止することが重要である。出生直後の子牛は抗体を保有していないため、母牛の初乳から抗体を取得し、疾病に対する抵抗性を獲得する。このため、人工哺乳が一般的である乳用種の子牛においては、初乳の給与法と抗体の取得あるいは抗病性との関係について様々な検討がなされてきた^{3, 4, 5, 6, 7, 8)}。しかし、自然哺乳が一般的な肉専用種子牛については初乳免疫に関する研究は比較的少なく^{9, 10)}アバディーンアンガスならびにヘレフォードにおいては不明な部分が多く残されている^{11, 12)}。両品種も含めた肉専用種において、子牛の初乳免疫に関する調査を行うことが必要である。このため、アバディーンアンガス、ヘレフォードおよび黒毛和種が同一環境で多頭飼育されている牛群において初生子牛を調査し、哺乳開

始時間、品種および母牛の年齢が子牛の初乳抗体の取得に及ぼす影響と初乳抗体が下痢ならびに発育に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

北海道立新得畜産試験場において、1987年2月～5月に出生した肉専用種子牛158頭（アバディーンアンガス61頭、ヘレフォード79頭、黒毛和種18頭）を調査対象牛とした。子牛ならびに母牛はパドック、子牛休息場、および分娩房を備えた開放式牛舎において群飼され、5月下旬からは母子約40～50組の群で放牧された。子牛はすべて自然哺乳子牛であり、品種によって特別な管理は行われていなかった。

子牛血清中の免疫グロブリン濃度は生後約24時間で最高値に達し、その後漸減するというLOGAN et al.¹³⁾、石川・小西⁷⁾および久馬ら⁹⁾の報告に基づき、血液の採取は出生2日後に行った。血清分離後、屈折計により総蛋白質濃度（TP）を測定した。さらにセルロースアセテート膜電気泳動法により γ -グロブリン分画比（ γ -比）を測定し、これにTPを乗じて γ -グロブリン濃度（ γ -G）を求めた。

出生後の子牛の行動調査は行わなかったが、管理作業中に哺乳を確認できたものについては、確認時点での出生後経過時間を哺乳開始時間とした。下痢については、毎日子牛を観察して水様あるいは泥状便を排出する子牛を下痢発生子牛とした。下痢の治療は、電解

* 本報告の一部は、第43回日本畜産学会北海道支部大会において発表した。

質液を1日1回経鼻投与し、発熱のあるものや下痢の持続期間の長いものには抗生物質を併用した。正常便に回復するまで治療を行い、この期間を下痢の治療日数とした。90日齢までに死亡した子牛の頭数をへい死頭数とした。また、90日齢までの日増体量 (DG) を子牛の発育成績として用いた。

哺乳開始時間, TP, γ -G, 下痢の治療日数およびDGに対する各要因の効果は最小二乗分散分析法¹⁴⁾により検討した。哺乳開始時間に対しては品種と母牛年齢を含んだモデルを用いた。TPならびに γ -Gに対しては、哺乳開始時間を含んだモデルならびに品種と母牛年齢を含んだモデルを用いた。下痢の治療日数に対しては品種と γ -Gを含んだモデルを用いた。DGに対しては、品種と下痢の治療日数を含んだモデルならびに品種、性および γ -G (平均からの偏差) に対する回帰を含んだモデルを用いた。最小二乗分散分析には小畑のプログラム¹⁵⁾を修正して用い、最小二乗

Table 1. Effects of breed and age of dam on first suckling time (min) after birth.

Effect	(D. F.) Number of calves	Least-squares means ± Standard error
[Breed]	(2)	N. S.
Aberdeen Angus	36	140±21
Hereford	44	178±19
Japanese Black	12	173±37
[Age of dam]	(4)	N. S.
2	15	205±34
3	21	156±28
4	16	148±32
5	11	146±38
6~	29	165±24
[Error]	(85)	

N. S. : no significant

子牛血清中のTPならびに γ -Gに対する哺乳開始時間の効果を表2に示した。TPに対する哺乳開始時間の効果は有意とはならなかったが、Duncanの検定では哺乳開始時間が3時間より遅い子牛のTPは2時間以内のものより有意に低かった。 γ -Gに対する哺乳開始時間の効果は有意とはならなかったが、2時間以内の子牛は2時間より遅いものよりも γ -Gが高い傾向が見られた。

平均値間の差の検定はDuncanの多重範囲検定によった。下痢発生率とへい死率の品種間ならびに γ -G間の差はカイ二乗検定により検討した。

結 果

出生2日後の子牛血清中のTPと γ -Gならびに γ -Gとの間には有意な正の高い相関が認められ、それぞれ0.80, 0.89 (P<0.01)であった。TPより γ -Gならびに γ -Gを求める推定式は、それぞれ、

$$\gamma\text{-比}(\%) = 9.1\text{TP} - 26.9 \quad (r^2=0.64)$$

$$\gamma\text{-G}(g/dl) = 0.8\text{TP} - 3.2 \quad (r^2=0.79)$$

が得られた。

哺乳開始時間に対する品種と母牛年齢の効果を表1に示した。どちらの効果も有意とはならなかったが、アバディーンアンガス子牛の哺乳開始時間は他の品種よりも早く、母牛年齢が2歳の子牛の哺乳開始時間は他の母牛年齢よりも遅い傾向が見られた。

子牛血清中のTPならびに γ -Gに対する品種と母牛年齢の効果を表3に示した。TPならびに γ -Gに対する品種の効果はともに有意となり、アバディーンアンガスがヘレフォードならびに黒毛和種よりも有意に高い最小二乗平均値が推定された。TPに対する母牛年齢の効果は有意となり、最小二乗平均値は4歳が最も高く、2歳ならびに8歳以上は他の年齢よりも有意に低い値を示した。 γ -Gに対する母牛年齢の効果

Table 2. Effects of first suckling time (hr) after birth on TP and γ -G in calf serum.

Effect	(D. F.) Number of calves	Least-squares means ± Standard error	
		TP	γ -G
[First suckling time]	(3)	N. S.	N. S.
~1.0	27	6.22±0.16 ^{abc}	1.76±0.15
1.1~2.0	21	6.34±0.18 ^{bc}	1.83±0.17
2.1~3.0	21	5.93±0.18 ^{ab}	1.42±0.17
3.1~	23	5.86±0.18 ^a	1.54±0.16
[Error]	(88)		

N. S. : no significant

a, b, c : means with no common superscripts differ significantly (P<0.05)

Table 3. Effects of breed and age of dam on TP and γ -G in calf serum.

Effect	(D. F.) Number of calves	Least-squares means ± Standard error	
		TP	γ -G
[Breed]	(2)	**	**
Aberdeen Angus	60	6.45±0.10 ^a	1.96±0.10 ^a
Hereford	74	5.72±0.09 ^b	1.36±0.09 ^b
Japanese Black	18	5.95±0.18 ^b	1.51±0.17 ^b
[Age of dam]	(6)	*	+
2	21	5.59±0.17 ^a	1.20±0.16 ^a
3	34	6.07±0.13 ^{bcd}	1.61±0.13 ^{bc}
4	19	6.42±0.18 ^e	1.86±0.17 ^c
5	26	6.05±0.15 ^{bc}	1.59±0.14 ^{bc}
6	17	6.12±0.19 ^{bcd}	1.59±0.18 ^{bc}
7	8	6.17±0.27 ^{bcd}	1.93±0.26 ^c
8~	27	5.86±0.15 ^{ab}	1.50±0.14 ^{ab}
[Error]	(143)		

** : P<0.01 * : P<0.05 + : P<0.1

a, b, c, d, e : means with no common superscripts differ significantly in each effect (P<0.05)

は、危険率が高いが10%水準で有意となった。 γ -Gの最小二乗平均値はTPとほぼ同様の傾向を示したが、4歳よりも7歳のほうが高かった。

品種別の下痢発生率ならびにへい死率を表4に示した。下痢が原因でへい死した子牛は、へい死総頭数7頭のうち黒毛和種の1頭のみであった。黒毛和種の下痢発生率ならびにへい死率はそれぞれ、83.3%, 22.2%と他の品種よりも有意に高かった。子牛血清中の γ -G別の下痢発生率ならびにへい死率を表5に示した。下痢発生率ならびにへい死率は γ -G間に有意差が認

められなかったが、 γ -Gが0.5 (g/dl) 以下の群はへい死率が20%と極めて高い値を示した。

子牛血清中のTP, γ -G, 下痢の治療日数およびDG間の単純相関係数を表6に示した。下痢の治療日数とTPならびに γ -Gの間には有意な相関は認められなかった。治療日数とDGの間には有意な負の相関係数が推定された。DGとTPならびに γ -Gの間には有意な正の相関係数が推定された。

下痢の治療日数に対する品種と子牛血清中の γ -Gの効果を表7に示した。治療日数に対する品種の効果

Table 4. The morbidity of diarrhea and mortality in each breed of calves.

Breed	Number of Calves	Number of Diarrheic calves	Morbidity of diarrhea (%)	Number of Death calves	Mortality (%)
Aberdeen Angus	61	33	54.1 ^a	1	1.6 ^a
Hereford	79	39	49.4 ^a	2	2.5 ^a
Japanese Black	18	15	83.3 ^b	4	22.2 ^b
Total	158	87	55.1	7	4.4

a, b: percentages with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

Table 5. The morbidity of diarrhea and mortality in each group of γ -G in calf serum.

γ -G (g/dl)	Number of Calves	Number of Diarrheic calves	Morbidity of diarrhea (%)	Number of Death calves	Mortality (%)
~0.5	15	10	66.7	3	20.0
0.6~1.0	21	7	33.3	0	0.0
1.1~1.5	42	24	57.1	1	2.4
1.6~2.0	40	23	57.5	2	5.0
2.1~2.5	25	16	64.0	1	4.0
2.6~3.0	8	3	37.5	0	0.0
3.1~3.5	6	3	50.0	0	0.0
3.6~	1	1	100.0	0	0.0

Table 6. Simple correlation coefficients among TP and γ -G in calf serum, days of treatment for diarrhea and DG

	Number of calves	TP	γ -G	DG
Days of treatment	81	-0.19	-0.06	-0.36**
DG	151	0.48**	0.39**	

** : $P < 0.01$

Table 7. Effects of breed and group of γ -G in calf serum on days of treatment for diarrhea.

Effect	(D. F.) Number of calves	Least-squares means ± Standard error
[Breed]	(2)	*
Aberdeen Angus	32	3.2±0.5
Hereford	37	3.2±0.5
Japanese Black	12	5.5±0.9
[γ -G]	(4)	N. S.
~1.0	15	3.6±0.8
1.1~1.5	22	4.5±0.7
1.6~2.0	22	4.1±0.6
2.1~2.5	15	4.5±0.8
2.6~	7	2.9±1.2
[Error]	(74)	

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

は有意となったが、Duncanの検定では各々の最小二乗平均値間に有意差は認められなかった ($P < 0.05$)。しかし、黒毛和種が5.5日と他の品種よりも高い値を示した。 γ -Gの効果は有意とはならなかった。

DGに対する品種と下痢の治療日数の効果を表8に示した。表中に最小二乗平均値は示していないが、品種の効果は有意となった。下痢の治療日数の効果は有意とはならなかった。しかし、Duncanの検定では治療日数が4~6ならびに7日以上の子牛のDGは治療日数が1日ならびに下痢を起こさなかった子牛のDG

よりも有意に小さかった。治療日数が1日ならびに2~3日の子牛のDGと下痢を起こさなかった子牛のDGとの間には有意差が認められなかった。

DGに対する品種、性および子牛血清中の γ -Gに対する回帰の効果を表9に示した。品種の効果は有意となり、アバンディーンアングス、ヘレフォード、黒毛和種の順に高かった。性の効果も有意となり、雄は雌よりも高かった。 γ -Gに対する回帰も有意となり、正の回帰係数が推定された。

Table 8. Effects of breed and days of treatment for diarrhea on DG.

Effect	(D. F.) Number of calves	Least-squares means ± Standard error
[Breed]	(2)	**
[Days of treatment]	(4)	N. S.
0	70	0.74±0.03 ^{ab}
1	25	0.75±0.04 ^{ab}
2~3	24	0.71±0.04 ^{bc}
4~6	18	0.64±0.04 ^d
7~	14	0.65±0.04 ^{cd}
[Error]	(144)	

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

a, b, c, d : means with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$)

Table 9. Effects of breed, sex and regression to γ -G in calf serums on DG.

Effect	(D. F.) Number of calves	Least-squares means ± Standard error
[Breed]	(2)	**
Aberdeen Angus	60	0.79±0.02 ^a
Hereford	77	0.73±0.02 ^b
Japanese Black	14	0.61±0.04 ^c
[sex]	(1)	**
Male	77	0.75±0.02 ^a
Female	74	0.67±0.02 ^b
[Regression to γ -G]	(1)	**
Regression coefficient		0.07±0.02
[Error]	(146)	

** : $P < 0.01$

a, b, c : means with no common superscripts differ significantly in each effect ($P < 0.05$)

考 察

子牛血清中の免疫グロブリン濃度を簡便に測定する方法については多数の報告がある。工藤ら³⁾は乳用種の人工哺乳子牛について、TPより γ -比を推定する式を求めている。2日齢から20日齢に適用できる推定式として、 γ -比(%)=8.78TP-35.62 (r=0.79)を得ているが、本調査で得られた推定式はこの式よりも約10%高く γ -比を推定する式となった。McBEATH et al.¹⁶⁾は、乳用種および肉専用種交雑牛の子牛(7日齢以下)において単純免疫拡散法より求めた免疫グロブリン(IgG+IgM)濃度とTPとの間に0.72の相関を認め、免疫グロブリン濃度よりTPを求める式を推定している。この式によれば、TPから免疫グロブリン濃度(G)を逆推定する式は $G(g/dl)=0.8TP-3.3$ であり、今回得られた推定式と極めて類似しているのは興味深い。推定式の有用性については更に多くのデータにより検討する必要があるが、出生2日後の肉専用種子牛においてTPより γ -Gを推定することの有効性が示唆されたものと考えられる。

鈴木ら¹⁷⁾は、母牛と同居させた乳用種初生子牛の行動を生後24時間観察し、哺乳開始時間が 264 ± 279 分(平均値 \pm 標準偏差)であり、個体差が大きかったことを報告している。本調査でも同様に個体差が大きかったが、哺乳開始時間の全品種における単純平均が 163 ± 122 分であり、鈴木らの報告よりも著しく早かった。自然哺乳子牛においては、乳用種よりも肉用種の方が哺乳開始時間は早いものと考えられる。久馬ら⁹⁾は黒毛和種について哺乳開始時間を 87 ± 24 分と報告しており、今回の調査における黒毛和種の単純平均 170 ± 160 分と比較して著しく早く、また個体差が小さい。この原因の一つとして、哺乳開始時間が行動調査によって得られたものではなく、実際の哺乳開始時間よりも遅く記録される傾向のあったことが考えられる。また、久馬らの調査では分娩牛は単房に収容されていたが、本調査では分娩牛も原則として開放式牛舎にて5~10頭で群飼されていたことなど、管理上の違いも原因として考えられる。

Stott et al.⁴⁾は、ホルスタイン子牛における大規模な試験結果から、初乳中の免疫グロブリンに対する子牛の腸管からの吸収能力は出生後約24時間で消失することを報告している。また、子牛血清中の免疫グロブリン濃度は初乳中の免疫グロブリン濃度に影響され

ないが、初乳摂取量が2lに達するまでは直線的に増加すること⁵⁾、哺乳開始時間が遅くなれば子牛血清中の免疫グロブリン濃度が低くなることを報告している⁶⁾。同様に大野ら⁸⁾も初乳給与までの時間と子牛血清中の γ -Gとの間に有意な負の相関を認め、初乳中の免疫グロブリン濃度や初乳給与量よりも初乳を給与するまでの時間の方がより重要であることを述べている。今回の調査では、子牛血清中の γ -Gに対する哺乳開始時間の効果は有意ではなかった。しかし、哺乳開始時間が2時間以内の子牛は2時間より遅かった子牛に比べて γ -Gが高い傾向が見られた。

自然哺乳子牛は哺乳回数が多いため、人工哺乳子牛よりも血清中の免疫グロブリン濃度が高いという報告¹⁸⁾はあるが、肉専用種の自然哺乳子牛について初乳抗体の取得状況を品種間で比較した報告は見当たらない。この点について、アバディーンアンガスがヘレフォードならびに黒毛和種よりも多くの免疫グロブリンを取得している結果となった。久馬ら¹⁰⁾は、日本短角種の母牛の初乳中の免疫グロブリン濃度は黒毛和種より低い、初乳量が多いため黒毛和種よりも多くの免疫グロブリンを子牛に与えることができることを報告している。一般にアバディーンアンガスはヘレフォードや黒毛和種よりも泌乳能力に優れているとされており^{18, 20)}、出生直後の哺乳量の差が子牛血清中の γ -Gの差となったものと思われる。また、有意差は認められなかったが、アバディーンアンガス子牛の哺乳開始時間が他の品種よりも早い傾向の見られたことも γ -Gの品種間差の一因と考えられる。

久馬ら⁹⁾は黒毛和種において、母牛の産次の進行に伴い哺乳量が増加し、子牛血清中のTPならびに免疫グロブリン濃度が高くなることを報告している。本調査において、2歳すなわち初産の母牛と8歳以上の母牛の子牛の γ -Gが低かったことは、この報告と一致する。久馬らはまた、2, 3歳の母牛の初乳量ならびに初乳中の免疫グロブリン濃度は高年齢の母牛のものよりも有意に低く、それらは加齢に伴って増加することを報告している¹⁰⁾。Logan et al.²¹⁾は、高齢の母牛の中で下垂型の乳房を持つものの子牛は低グロブリン血症(hypogammaglobulinaemia)になり易いことを述べている。これらのことから、母牛年齢による子牛血清中の γ -Gの差の原因として初乳量、初乳中の免疫グロブリン濃度および乳房の形が考えられる。また、有意差は認められなかったが、母牛が2歳の子

牛の哺乳開始時間は母牛が他の年齢の子牛よりも遅い傾向の見られたことから、哺乳開始時間も母牛年齢間の γ -Gの差の原因として考えられる。

富樫²²⁾は周年放牧飼養による雌牛の繁殖性について品種間の比較を行ない、生後24時間以内における黒毛和種の死亡率はアバディーンアンガス、ヘレフォードおよび日本短角種よりも高かったことを報告し、耐寒性に劣っていたことを原因として述べている。井上²³⁾は多頭飼育管理下における5年間の分娩状況より、下痢の発生率ならびにへい死率が日本短角種より黒毛和種の方が高かったことを報告している。本調査において、黒毛和種の下痢発生率、下痢の治療日数およびへい死率が他品種よりも有意に高かったことはこれらの報告と一致する。省力的管理下における厳寒期の分娩では、黒毛和種は強健性において他品種よりも劣ることが示唆された。

久馬ら⁹⁾は黒毛和種において血清中の免疫グロブリン濃度の低い子牛は下痢の発生率が高かったことを報告しており、大野ら⁸⁾もホルスタイン子牛において同様の結果を報告している。しかし、本調査においては下痢発生率と子牛血清中の γ -Gの間には明確な関係を認めることができなかった。下痢発生率が他の報告よりも高く(55.1%)、高い γ -Gにおいても比較的高い下痢発生率を示したためと考えられる。また、下痢の治療日数に対する γ -Gの効果も有意ではなかった。本調査に用いた牛群において、子牛を健康、軽度下痢、重度下痢に分類したところ、重度下痢の子牛のTPならびに γ -Gは他の群よりも有意に低い結果となったことが報告されている²⁴⁾。治療日数だけでなく、臨床症状を数値化して免疫グロブリン濃度との関連性を検討する必要があるものと思われる。

黒毛和種は他の品種に比べてDGが小さく、しかも下痢の治療日数が長かった。下痢の治療日数とDGの間には有意な負の相関が認められたが、品種の効果が作用することによって相関係数が高く推定された危険性がある。しかし、品種の効果をモデルに含めた分析においては下痢の治療日数の効果は有意でなかったが、Duncanの検定では下痢の治療日数が4日以上の子のDGは治療日数が1日ならびに下痢を起こさなかった子牛のDGよりも有意に低かった。久馬ら⁹⁾は下痢の発症子牛のDGは非発症子牛のDGよりも16%低いことを報告している。恒光ら²⁵⁾は、下痢発症子牛に対して補液剤を投与した子牛と投与しなかった子牛のD

Gを健康牛のDGと比較し、投与しなかった子牛は投与した子牛よりも治療日数が長く、しかも投与しなかった子牛のDGは健康牛のDGよりも有意に低かったことを報告している。本調査においては、下痢を起こしても2~3日の間に治癒する場合はDGに影響が無いが、4日以上続くと、非発症子牛よりもDGが約0.1(kg/日)低くなる結果となった。

DGと γ -Gの間には正の相関が認められ、 γ -Gに対するDGの回帰は正の値が推定されたことから、出生2日後の血清中の γ -Gが高ければ、その子牛のDGは高くなることが示された。富樫²²⁾は、アバディーンアンガスならびにヘレフォードにおいて哺育能力の効果は3か月齢で最大になることを報告している。したがって、今回検討した90日齢の日増体量は母牛の哺育能力の影響を強く受けているものと考えられる。久馬ら⁹⁾が指摘しているように、子牛血清中の免疫グロブリン濃度は直接的に子牛の初期発育に作用するのではなく、母牛の哺育能力が高い場合には日増体量も大きくなり、同時に免疫グロブリンの取得も良好になるものと推察された。

今回の調査では、子牛の哺乳行動、哺乳量、初乳中の免疫グロブリン濃度および母牛の乳房の形についての調査は行っていない。今後これらの調査を行ない、自然哺乳子牛における初乳抗体の取得状況を定量的に把握し、疾病や発育との関連性を検討することが必要である。

謝 辞

最小二乗分散分析プログラムの使用を快諾して下さった農林水産省畜産試験場の小畑太郎氏に深く感謝致します。

文 献

- 1) 北海道農務部畜産課：北海道の畜産(1988)
- 2) 池田 弘・清水良彦・吉田 悟：技術組立研究へのシミュレーション手法の適用—肉用牛大規模繁殖経営の営農技術の評価と改善—。農事試験報, 32: 1-92(1980)
- 3) 工藤卓二・八田忠雄・岸 昊司・森 清一：子牛の日齢経過に伴う血清総蛋白量と血清 γ -グロブリン値の関係の変化に基づく簡便な血清 γ -グロブリン値の推定。新得畜試研究報告, 9: 37-41(1978)
- 4) Stott, G.H., D.B. Marx, B.E. Menefee and G.

- T. NIGHTENGALE : Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves. I. Period of Absorption. *J. Dairy Sci.*, 62 : 1632-1638 (1979)
- 5) STOTT, G.H., D.B.MARX, B.E.MENEFEE and G. T. NIGHTENGALE : Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves. II. The Rate of Absorption. *J. Dairy Sci.*, 62 : 1766-1773 (1979)
- 6) STOTT, G.H., D.B.MARX, B.E.MENEFEE and G. T. NIGHTENGALE : Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves. III. Amount of Absorption. *J. Dairy Sci.*, 62 : 1902-1907 (1979)
- 7) 石川 潤・小西辰雄 : 初生期における子牛の血清免疫グロブリンの変動. 第89回日本獣医学会講演要旨集, 215 (1980)
- 8) 大野淑博・西田一義・江藤 茂・西野 朗・八峠保・佐生 明・星雄治郎・水藤 義・金井照雄・石川 潤 : 新生子牛における初乳給与時間と血清免疫グロブリンおよび下痢発生率との関係について. *家畜診療*, 226 : 23-27 (1982)
- 9) 久馬 忠・菊池武昭・高橋政義・滝沢静雄 : 肉用種子牛における免疫グロブリンの取得と発育に関する研究. *東北農試研報*, 64 : 77-102 (1981)
- 10) 久馬 忠・田中彰治・高橋政義・米内美晴 : 肉用種雌牛の加齢にともなう血清と初乳の免疫グロブリン濃度の推移. *日畜会報*, 57 : 561-567 (1986)
- 11) 恒光 裕・西邑隆徳・工藤卓二 : 肉専用種子牛の初乳免疫に関する調査. *日畜学会道支部会報*, 28 (1) : 31 (1985)
- 12) 西邑隆徳・恒光 裕・荘司 勇・清水良彦 : 肉専用種子牛の移行抗体量と疾病, ならびに発育との関係. *日畜学会道支部会報*, 28 (1) : 31 (1985)
- 13) LOGAN, E.F., D.G.McBEATH and B.G.LOWMAN : Quantitative studies on serum immunoglobulin levels in suckled calves from birth to five weeks. *Vet. Rec.*, 94 : 367-370 (1974)
- 14) Harvey, W. R. : LEAST-SQUARES ANALYSIS OF DATA With Unequal Subclass Numbers. *ARS H-4*, U.S.D.A. (1975)
- 15) 農林水産省畜産試験場 : 畜産関係試験研究機関保有プログラム一覧. *畜産試験場資料*, No.62-10 (1987)
- 16) McBEATH, D.G., W.J.PENHALE and E.F.LOGAN : An Examination of the Influence of Husbandry on the Plasma Immunoglobulin Levels of the Newborn Calf, using a Rapid Refractometer Test for Assessing Immunoglobulin Content. *Vet. Rec.*, 88 : 266-270 (1971)
- 17) 鈴木省三・中島三博・中村芳隆 : 乳用種子牛の生後24時間の自然吸乳行動. *日畜会報*, 50 : 778-781 (1979)
- 18) Gregory, K.E., G.M.Smith, L.V.Cundiff, R.M.Koch, and D.B.Laster : CHARACTERIZATION OF BIOLOGICAL TYPES OF CATTLE-CYCLE III : I. BIRTH AND WEANING TRAITS. *J. Anim. Sci.*, 48 : 271-279 (1979)
- 19) ALBERTA AGRICULTURE : Selection of beef cattle : A. Selection of breeds. *BEEF HERD MANAGEMENT* (1987)
- 20) 寺田隆慶・吉田正三郎・小野寺勉 : 肉用牛の授乳量に及ぼす2, 3の要因の検討ならびに授乳量の推定法について. *中国農試研報*, B24 : 23-36 (1979)
- 21) LOGAN, E. F., T. GIBSON : Serum immunoglobulin levels in suckled beef calves. *Vet. Rec.*, 97 : 229-230 (1975)
- 22) 富樫研治 : ヘレフォード及びアバディーンアングス種の育種改良方法に関する研究. *北海道農試研報*, 146 : 11-87 (1986)
- 23) 井上儀一 : 多頭飼育における子牛の下痢対策—肉用哺乳子牛について—. *畜産の研究*, 39 : 305-310 (1985)
- 24) TORRALBA, N.C. : Pathophysiological studies on calf diarrhea. 帯広畜産大学修士論文, (1987)
- 25) 恒光 裕・工藤卓二・米道裕弥・森 清一・尾上貞雄・平井綱雄・桜井辰寿 : 肉専用種の子牛下痢に対する経口補液剤の治療効果. *臨床獣医*, 5 (9) : 45-50 (1987)

Relationship Between Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins and Body Weight Gains in Beef Calves

Akira FUJIKAWA and Hiroshi TSUNEMITSU

Summary

The factors of colostral immunoglobulins transfer in neonatal calves and the influence of serum immunoglobulin levels in calves on calf diarrhea and body weight gains were examined in a beef cow-calf herd. Blood samples of 2 day old calves were collected to measure serum total protein (TP) and γ -globulin (γ -G) concentrations.

The correlation between TP and γ -G concentrations in calf serum was highly significant ($r=0.89$), and the regression coefficient was calculated to be γ -G = $0.8TP - 3.2$ ($r^2 = 0.79$). The Aberdeen Angus calves had γ -G concentrations significantly higher than those of other calves, and γ -G concentrations in calves from 2 year old cows and cows older than 8 years were significantly lower than in calves from cows of other ages. The morbidity of diarrhea and the mortality in Japanese Black calves were significantly higher than in other calves. The calves treated for more than 3 days for diarrhea had daily weight gains (DG) significantly lower than the calves treated for less than 2 days. The effects of breed, sex and regression to calf serum γ -G concentrations on DG were significant, and a positive regression coefficient was obtained.

黒毛和種去勢牛の肥育過程における血清脂質の変化と屠体形質との関係

西邑 隆徳・佐藤 幸信・川崎 勉*・森 清一

黒毛和種去勢牛の肥育過程における血清脂質の変化を調べるとともに、血清脂質と屠体形質との関係について検討した。

肥育過程における血清脂質の変化には大きく分けて2つのパターンが認められた。総コレステロール、遊離コレステロール、リン脂質および総脂質近似値は肥育前半に増加し、後半には減少を示した。一方、トリグリセライドと遊離脂肪酸は肥育初期に減少した後、肥育終了時までには徐々に増加した。

血清脂質と屠体形質との関係では、肥育開始後4週目において、総コレステロール、遊離コレステロール、リン脂質、トリグリセライドおよび総脂質近似値と皮下脂肪厚との間に高い正の相関が、総コレステロール、遊離コレステロールおよびリン脂質と9-10-11ロース部構成の脂肪割合との間に有意な正の相関が認められた。肥育終了時では、遊離脂肪酸と脂肪交雑との間に有意な正の相関が認められた。また、血清脂質割合と屠体形質との相関では胸最長筋の粗脂肪含量および9-10-11ロース部構成の脂肪割合との関係が注目された。

現在、黒毛和種の肥育は脂肪交雑を重視するあまり、長期間濃厚飼料を多給する飼養方法が一般的である。この結果、皮下および筋間への脂肪蓄積も増大し、余剰脂肪の多い枝肉を生産する傾向にある。しかし、1988年4月の牛枝肉取引規格改正に伴い、皮下脂肪や筋間脂肪が多く部分肉歩留の低い枝肉は下位にランク付けされるようになった。今後は黒毛和種の肥育においても、枝肉構成をある程度想定した肥育技術が求められる。このためには、生体時に肥育状態を正確に把握することが重要となる。

これまでも、生体内の脂質代謝の状態を反映しているものとして血中の脂質成分が注目され、これらと、増体能力あるいは屠体形質との関連から肥育状態を把握し、屠体形質を予測しようとする試みがなされてきた^{1)~4)}。しかし、血清脂質と屠体形質との関係については研究者によって必ずしも一致した結果とはなっておらず、また、血清脂質と枝肉構成あるいは筋肉内の脂肪含量との関係について検討した報告は極めて少ない。

本報では、肥育過程における血清脂質の変化を調べるとともに、血清脂質と屠体形質、とくに枝肉構成との関連性について検討した。

材料と方法

供試牛は、北海道立新得畜産試験場で16か月齢から21か月齢まで放牧育成された黒毛和種去勢牛12頭であった。肥育期間は1985年10月から1986年4月までの約6か月間で、飼料の給与は、濃厚飼料を現物で体重比1.8%、粗飼料として乾草およびとうもろこしサイレージを供給した。肥育終了時の平均体重は593kg、肥育期間中の日増体重(DG)は0.98kg/日であった。

採血は、肥育開始後4・9・17・23週目および肥育終了時(27週目)の計5回、午前11時から正午の間に行い、直ちに血清を分離し分析当日までは凍結保存した。総コレステロール(以下、T-CHO)、リン脂質(以下、PL)トリグリセライド(以下、TG)および遊離脂肪酸(以下、NEFA)の測定は自動化学分析装置(東芝TBA-380)で行った。T-CHO、PL、TGの総和を総脂質近似値(以下TL)とした。

肥育終了後、全頭同時に屠殺解体し屠体形質を調査した。枝肉等級は日本格付協会の格付等級「並」、「中」、「上」をそれぞれ3、2、1と点数化した。また、脂肪交雑は脂肪交雑記号0、0⁺、1⁻、1⁺……3をそれぞれ1、2、3、4……10と点数化した。皮下脂肪厚は、第7-8肋骨間切断面における広背筋背側端の皮下脂肪の厚さを測定した。左半丸枝肉より第9-11肋骨間部を採取し、これを筋肉、脂肪、骨に分離し、9-10-11ロース部構成を求めた。胸最長筋の粗脂肪

* 北海道立天北農業試験場

含量は第9-10肋骨間の胸最長筋を用い、常法により行った。

結果および考察

図1に示したように、肥育過程における血清脂質の変化は、大きく分けて2つのパターンがみられ、T-CHO, F-CHO, PLおよびTLは肥育開始後4週間

日から17週間目にかけて増加し、その後、肥育終了時まで低下した。一方、TGとNEFAは上記とは異なる変化パターンを示し、肥育開始後4週間目から9週間目にかけて低下し、その後、肥育終了時まで徐々に増加した。森田ら²⁾は、肥育過程に伴う血清脂質の変化は大きく2つの型に分けられ、T-CHO, F-CHO, PLおよびTLは肥育前期に上昇し中期に一定レベ

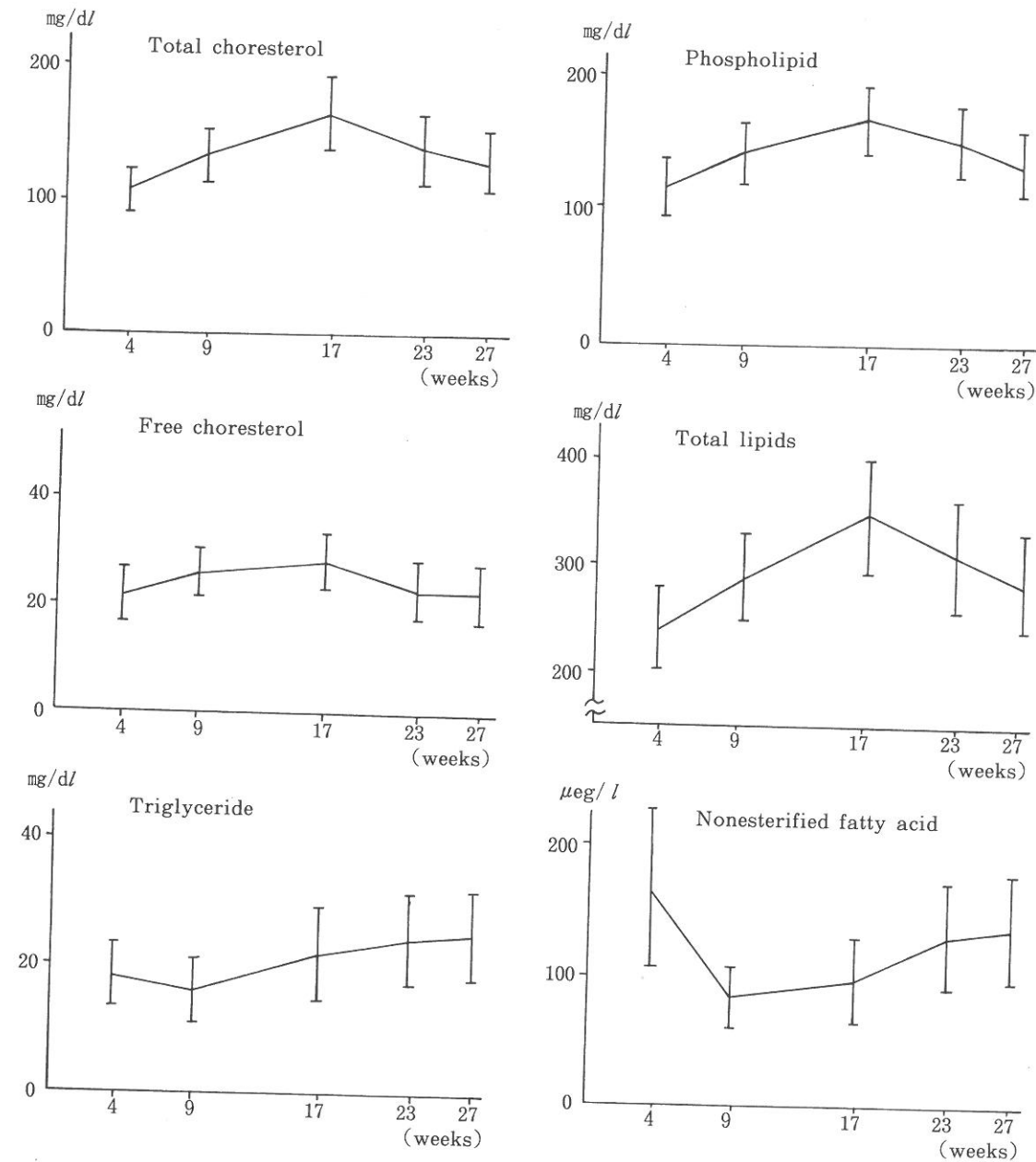


Fig. 1 Changes in serum lipid levels during the fattening period. (Mean ± S.D.)

ルで安定し、後期に入って軽度で下降し末期に再度上昇する。一方、TGとNEFAは、これらとは異なり肥育後期の上昇を特徴とする変化を示したと報告している。本試験の結果は、各血清脂質の変化様相に若干の相違はあるものの、変化パターンが大きく2つに分けられる点では森田らの報告と一致していた。

しかし、仙田らの報告⁴⁾によると、TGを除く各血清脂質は肥育に伴い徐々に増加し、とくに肥育後半から有意な増加がみられたとしている。また、北川らの報告⁵⁾によると、黒毛和種去勢牛ではT-CHOは体重400kg程度までは増加し、それ以降は一定レベルに保たれ、TGおよびNEFAも同様の傾向を示すが増加の程度はT-CHOに比べれば小さいとしている。

このように、肥育過程における血清脂質の変化を検討した報告では必ずしも一致した結果となっていない。血清脂質量は温度⁶⁾、季節⁷⁾、加齢⁸⁾、食餌性因子⁹⁾、¹⁰⁾などの諸因子によって影響されることが知られており、品種、肥育期間および飼養条件などによっても

影響されるものと考えられる。

著者らが、放牧育成した19か月齢の黒毛和種去勢牛を体重比1.6%の濃厚飼料を給与して肥育し、月齢に伴う枝肉形質の変化を調査した結果では、脂肪交雑および胸最長筋の粗脂肪含量は22か月齢からの増加が顕著であった。今回の試験で、TGとNEFAが初期の減少から増加へと向かう時期が肥育開始後9週間目(22か月齢)であり、筋肉内への脂肪蓄積がさかんになる時期にTGとNEFAの増加がみられたことは、これらが筋肉内への脂肪蓄積状態を表す有効な指標となる可能性を示唆するものである。

肥育開始後4週間目(肥育初期)および27週間目(肥育終了時)における血清脂質と屠体形質との相関を表1および表2に示した。肥育初期においては、TG, PL, F-CHO, T-CHOおよびTLと皮下脂肪厚との間に有意な正の相関が認められた。また、PL, F-CHO, T-CHOおよびTLと9-10-11コース部構成の脂肪割合との間に有意な正の相関が認められ、

Table 1. Simple correlation coefficients between carcass characteristics and serum lipid levels at 4weeks

Items	Marbling score	Dressing percentage	Fat thickness	Extracted fat	9-10-11th rib composition	
					Fat	Muscle
Triglyceride	-0.168	-0.280	0.616*	-0.593	0.268	-0.190
Phospholipid	0.282	0.502	0.771**	-0.146	0.694*	-0.656*
Free cholesterol	-0.092	0.275	0.851**	0.284	0.630*	-0.570
Total cholesterol	0.265	0.355	0.758**	-0.214	0.642*	-0.641*
Total lipids	0.241	0.416	0.816**	0.387	0.683*	-0.652*
Nonesterified fatty acid	-0.276	-0.112	0.339	-0.413	0.068	0.024

* : P<0.05 ** : P<0.01

Table 2. Simple correlation coefficients between carcass characteristics and serum lipid levels at 27weeks

Items	Marbling score	Dressing percentage	Fat thickness	Extracted fat	9-10-11th rib composition	
					Fat	Muscle
Triglyceride	0.179	-0.211	-0.398	-0.095	-0.493	0.422
Phospholipid	-0.302	0.609*	0.307	0.278	0.355	-0.377
Free cholesterol	-0.240	0.635*	0.418	0.293	0.489	-0.490
Total cholesterol	-0.287	0.546	0.407	0.279	0.476	-0.485
Total lipids	-0.295	0.402	0.117	0.596*	0.390	-0.415*
Nonesterified fatty acid	0.646*	-0.013	-0.069	-0.076	0.107	-0.161

* : P<0.05

肥育初期にPL, F-CHOおよびT-CHOが高い牛では枝肉中の脂肪割合が高い傾向にあることが示唆された。BrungardtとBray¹⁾は、肥育終了時のT-CHOと9-10-11コース部構成より推定した枝肉中脂肪割合との間に有意な正の相関があったと報告している。また、仙田ら⁴⁾は、肥育終了時のTGと皮下脂肪厚との間に有意な負の相関があったとしている。本試験においても、肥育終了時のT-CHOと9-10-11コース部構成の脂肪割合との間には正の相関が、TGと皮下脂肪厚との間には負の相関がみられたが、いずれも有意ではなかった。

以上のことから、体脂肪の蓄積状態を予測する指標として肥育初期におけるPL, F-CHOおよびT-CHOの有効性が示唆された。

北川⁵⁾は、黒毛和種去勢牛を用いた試験で、肥育終了時および全期間平均値のNEFAと脂肪交雑との間に高い正の相関がみられたと報告している。本試験においても、肥育終了時のNEFAと脂肪交雑との間に有意な正の相関が認められた。脂肪交雑が生じる機序については、肥育の初期段階において血中脂質は皮下、腸間膜および筋肉間などの脂肪組織に容易に蓄積するが、やがて飽和状態となり血中のNEFA, TGは次第

に増加し、これが内筋周膜間の脂肪組織に沈着して脂肪交雑、いわゆるサシを形成するに至ると説明されている¹⁰⁾。一方、内筋周膜間の脂肪細胞におけるNEFAの取り込み速度は、前記の組織の細胞に比べて遅いため、血中濃度は低下しにくい状態が続くと考えられている。このように、NEFAは筋肉内への脂肪蓄積との関連で注目されており、本試験でも、肥育開始後9週間目以降にNEFAの増加がみられたこと、肥育終了時のNEFAと脂肪交雑との間に有意な正の相関が認められたことから、NEFAの動態と脂肪交雑の進行との間には何らかの関連性があるものと思われる。しかし、肥育終了時におけるNEFAと胸最長筋の粗脂肪含量との間の相関は低く、NEFAが筋肉内への脂肪蓄積状態と単純に反映しているとは考えがたい。

肥育終了時のPLおよびF-CHOと枝肉歩留との間には有意な正の相関が認められた。沢崎ら¹³⁾は、肥育中期のNEFAと枝肉歩留との間に有意な正の相関が認められたとしているが、本試験では、NEFAと枝肉歩留との間の相関は肥育初期および終了時のいずれにおいても低い値であった。

TLに占める各血清脂質割合と胸最長筋の粗脂肪含量との相関を表3に示した。TG割合と粗脂肪含量と

Table 3. Simple correlation coefficients between the ratio of serum lipids and extracted fat of Longissimus dorsi.

	4 weeks	17 weeks	27 weeks
TG/TL	-0.695*	-0.576*	0.471
TC/TL	0.195	0.465	0.329
PL/TL	0.674*	0.350	0.539
FC/TC	0.103	0.307	0.769**

* : P<0.05 ** : P<0.01
TG : Triglyceride TL : Total lipids TC : Total cholesterol
PL : Phospholipid FC : Free cholesterol

Table 4. Simple correlation coefficients between the ratio of serum lipids and the percentage of 9-10-11th rib fat

	4 weeks	17 weeks	27 weeks
TG/TL	-0.146	-0.590*	-0.477
TC/TL	0.091	0.186	0.583*
PL/TL	0.498	0.608*	0.184
FC/TC	0.419	0.164	0.258

* : P<0.05
TG : Triglyceride TL : Total lipids TC : Total cholesterol
PL : Phospholipid FC : Free cholesterol

の間には肥育開始後4週間目および17週間目において有意な負の相関が認められ、肥育前半にTG割合が高い牛は粗脂肪含量が低い傾向がみられた。また、4週間目のPL割合、27週間目のT-CHOに占めるF-CHO割合と胸最長筋の粗脂肪含量との間には有意な正の相関が認められた。

血清脂質割合と9-10-11コース部構成の脂肪割合との相関を表4に示した。肥育開始後17週間目においては、TG割合との間に有意な負の相関が見られ、PL割合との間には有意な正の相関が認められた。また、27週間目のT-CHO割合との間には有意な正の相関がみられた。

以上の結果は、血清脂質に占める各血清脂質割合と筋肉内脂肪あるいは体脂肪の蓄積との関連性を示唆するものであり、今後は、血清脂質量のみではなく、各脂質の構成割合についても検討していく必要があると思われる。

また、NEFAを除くほとんどすべての血清脂質はリポタンパク質という形で血中に溶在しており、脂肪の蓄積動向を生理学的に把握するためには、血清脂質量の変動だけではなく、リポタンパク質の動態も合わせて検討していく必要があると思われる。

文 献

- 1) V.H.BRUNGARD, R.W.BRAY and W.G.HOEKSTRA: Characterization and interrelationship of certain plasma lipids during fattening period in beef cattle. *J.Anim.Sci.*, 22 : 326-329 (1963)
- 2) 森田二郎・土屋平四郎・南高夫・服部直彦: 黒毛和種去勢牛の肥育過程に伴う血清脂質量の変化並びに屠体成績との関係. *鳥大農研報*, 36 : 19-27 (1984)
- 3) H.W.MILLER and O.SANCHEZ: Lipid and lipid fractions of blood and muscle as related to beef characteristics. *J.Anim.Sci.*, 30 : 880-883 (1970)
- 4) 仙田久芳・森田二郎・山本義雄・山下正信: 肉牛の肥育過程における血清脂質量の変化と屠体形質との関係について. *鳥大農研報*, 28 : 73-83 (1976)
- 5) 北川政幸: 肉牛の肥育ステージと血中脂質成分との関係について. *栄養生理研究会報*, 27(2) : 119-129 (1983)
- 6) J.C.O'KELLY: Changes in lipid metabolism in genetically different types of calves chronic hyperthermia. *Br.J.Nutr.*, 30 : 211-220 (1973)
- 7) K.NAMIKAWA, Y.SASAKI, N.INAMURA, K.SAKAMOTO and J.KAWASAKI: A study on the sire group difference and the pattern of transition in plasma lipid components of Japanese Black Steers. *Memoirs of Agric.Kyoto Univ.* 119 : 1-13 (1982)
- 8) J.D.SINK, L.L.WILSON, R.D.MACARTHY and M.C.RUGH: Interrelationships between serum lipids, energy intake, milk production, growth and body characteristics in Angus-Holstein cows and their progeny. *J. anim. Sci.*, 36 : 313-317 (1973)
- 9) J.A.MARCHELLO, F.D.DRYDEN and W.H.HALE: bovine serum lipids. I. The influence of added animal fat to the ration. *J. Anim. Sci.*, 32 : 1008-1015 (1971)
- 10) 田中桂一・中島岩男・崎元道男・林英夫: サフラ油給与が乳牛の血清リポタンパク質と乳脂肪組成に及ぼす影響. *岐阜大農研報*, 34 : 373-386(1973)
- 11) V.H.BRUNGARD and R.W.BRAY: Effect of plasma lipids upon beef carcass composition. *J.Anim.sci.*, 25 : 831-835 (1966)
- 12) 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)
- 13) 沢崎徹・加納康彦: 肥育中期における血清脂質量と出荷時における枝肉歩留りとの相関. *日畜会報*, 48 : 664-666 (1977)

Interrelationship between Carcass characteristics and Serum Lipids during the Fattening Period in Japanese Black Steers.

Takanori NISHIMURA, Yukinobu SATO, Tsutomu KAWASAKI*
and Kiyokazu MORI

Summary

Twelve Japanese Black steers were used to investigate changes in the levels of serum lipids during the fattening period of 27 weeks, and to determine possible relationships between the levels of serum lipids and carcass characteristics.

Changes of serum lipids during the fattening period could be classified into two patterns. First, total cholesterol, free cholesterol, phospholipid and total lipid levels showed an initial increase and a later decrease in concentration during this period. Second, triglyceride and nonesterified fatty acid showed an initial decrease followed by a gradual increase in concentration during this period.

Fat thickness at the 8th rib was significantly correlated with total cholesterol, free cholesterol, phospholipid, triglyceride and total lipid levels in the initial period. A significant correlation was shown between the percent of fat at the 9-10-11th rib and total cholesterol, free cholesterol, phospholipid levels in the initial period. Nonesterified fatty acid levels in the final period significantly correlated with marbling score.

* Present address: Hokkaido Prefectural Tenpoku Agricultural Experiment Station.

トウモロコシサイレーズ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

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ズ主体飼養時において、飼料別給与と混合給与した際の乳牛の飼料摂取量、乳量および乳組成を比較した。試験は、ホルスタイン泌乳牛8頭を供試し、1期30日間の反転試験法による。給与飼料の構成割合は、両処理とも乾物で、トウモロコシサイレーズ50%、乾草22%、配合飼料22%、大豆粕5%およびミネラル・ビタミン剤1%とし、その飽食量を給与した。

乾物摂取量の体重に対する割合は処理間に有意差は認められなかったが、飼料別給与では乾草の摂取割合が低かった。DCP摂取量は飼料別給与が、また、TDN摂取量は混合給与が、それぞれ有意に高い値を示したが、乳量および乳組成は処理間に有意差が認められなかった。

材料と方法

供試牛は北海道立新得畜産試験場繋養の分娩後3~5か月を経過したホルスタイン泌乳牛8頭である。これらを4頭ずつ2群に分け、1期30日間の反転試験法⁵⁾により飼養試験を実施した。なお、試験開始前7日間は全頭とも下記の混合飼料を給与し予備飼養を行った。処理は、給与飼料の構成割合を乾物で、トウモロコシサイレーズ50%、乾草22%、配合飼料22%、大豆粕5%およびミネラル・ビタミン剤1%とし、これらを飼料別給与する処理と混合給与する処理の2処理である。混合給与に供試した乾草は、切断長を9mmに設定したカッターで細切した。

飼料給与は1日3回とした。飼料別給与では、6時に所定量の1/2のトウモロコシサイレーズ、配合飼料、大豆粕およびミネラル・ビタミン剤を給与し、14時には所定量の乾草を給与し、16時にはトウモロコシサイレーズ、配合飼料、大豆粕およびミネラル・ビタミン剤の残りの量を給与した。混合給与では、定置式の飼料混合機を用いて十分混合したものを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。飼料給与量は、混合給与期には約10%の残飼が生じる量とした。飼料別給与では、I期は予備飼養期の、II、III期はそれぞれI、II期の当該牛の混合飼料の給与量を基準とし、既述の構成割合で給与した。残飼は9時に取り出し、秤量した。採食量と乳量については、各期とも最後の10日間を本期とし、この間の成績を集計に用いた。

乳牛の飼料給与法として、飼料別に給与する従来の方法(飼料別給与とする)と異なり給与するすべての飼料をあらかじめ混合して給与する方法(混合給与とする)が普及し始めている¹⁾。混合給与は、乳牛の高能力化に伴う、濃厚飼料の給与割合の増加により表面化した乳脂率の低下や代謝障害の予防法として検討されてきた^{2, 3)}。これは、易発酵性成分の濃度を薄めた飼料を不断給与することにより、第一胃内発酵を安定化させることを主な目的とするもので、その効果も確認されている⁴⁾。また、飼料を細切し、混合して給与することは乳牛の選択採食を防止するためにも有効と考えられる^{2, 3)}。

通常、給与する複数の粗飼料間に品質や嗜好性の差が存在しないことは稀で、飼料別給与では飼養者の意図どおり採食させることは困難である。このことは、粗飼料の割合の高い北海道の酪農においては大きな問題であり、トウモロコシサイレーズと乾草を粗飼料の主体とする畑地型酪農では特に重要である。トウモロコシサイレーズと乾草には通常かなりの嗜好性の差があり、乾草の品質が劣る場合には顕著な差が認められるからである。

そこで、本研究では混合給与の選択採食防止効果に着目し、トウモロコシサイレーズを主体とし、乾草を併給する粗飼料主体の飼料構成で、飼料別に給与した際と全飼料を混合給与した際の泌乳牛の飼料摂取量と乳生産を比較検討した。

* 北海道立滝川畜産試験場

供試飼料の成分組成と可消化養分含量を表1に示す。供試牛の可消化養分含量の摂取量の算出にあたっては、飼料別給与では、各飼料の消化試験で求めた可消化養分含量の値を用い、混合給与では、全飼料を混合給与して行った消化試験で求めた値を用いた。供試飼料および消化試験方法の詳細は既報⁶⁾のとおりである。

供試牛は、9時から14時までの運動時以外は、残飼量が個々に採取できる飼槽を備えた繋留式ストールで繋養し、敷料はおがくずを使用した。搾乳は、1日2回の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-Scan104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DCPおよびTDNの要求量は日本飼養標準⁷⁾によった。

結 果

乾物、DCPおよびTDNの摂取量を表2に示す。乾物摂取量の体重に対する割合は、処理間に差が認められなかった。混合給与時の残飼は、各飼料がほぼ均一

Table 1. Proximate and digestible nutrient composition of the ration and its components

	Dry matter	Crude protein	Crude fat	Nitrogen free extracts	Crude fiber	Crude ash	DCP	TDN
	% of dry matter							
Total mixed ration*	45.6	12.3	3.0	59.8	18.2	6.7	8.5	73.3
Corn silage	31.4	8.2	4.1	66.4	16.6	4.7	4.3	71.8
Hay	84.6	8.8	1.8	46.4	36.6	6.4	4.5	59.5
Formula feed	84.2	19.9	3.1	62.4	6.1	8.5	16.8	82.1
Soybean meal	86.6	49.8	1.6	36.1	6.1	6.4	46.6	91.2

* Composition in % of dry matter : 50% corn silage, 22% hay, 22% formula feed, 5% soybean meal, 1% mineral-vitamin mixture

Table 2. Feed intake in cows fed ration components separately or total mixed

Trait	Feeding method ^a		s.e. ^c
	Separately	Total mixed	
Dry matter intake, % weight	3.02	3.09	.03
Dry matter intake, kg/day			
Corn silage	11.1 (53)	10.8 (50)	
Hay	3.0 (14)	4.8 (22)	
Formula feed	5.3 (25)	4.7 (22)	
Soybean meal	1.2 (6)	1.1 (5)	
Mineral-vitamin mixture	0.2 (1)	0.2 (1)	
Total	20.8	21.6	
Digestible crude protein intake			
kg/day	2.06**	1.83	.02
% requirement ^b	136 **	121	1
Total digestible nutrients intake			
kg/day	15.2 *	15.8	.2
% requirement ^b	116 **	120	1

a : Means separated by asterisk were significantly different (* : P<0.05, ** : P<0.01)

b : Calculated from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1974)

c : Standard error of treatment difference

() : Percentage of total dry matter intake

であり、選択採食が観察されなかったため、混合給与時の各飼料の採取割合は給与構成割合と同じとした。飼料別給与では、混合給与の各飼料の採取量に比べ、トウモロコシサイレージと濃厚飼料がやや多いが、乾草は少なく、飼料別給与における各飼料の摂取割合は、トウモロコシサイレージ53%、乾草14%、配合飼料25%、大豆粕6%であった。

DCP摂取量、DCP摂取量の要求量に対する割合は、

飼料別給与が高い値を示した。TDN摂取量、TDN摂取量の要求量に対する割合は、混合給与が高い値を示した。

乳量と乳組成を表3に示す。乳量および4%FCM量は処理間に差は認められなかった。乳組成では乳脂率、乳蛋白質率、乳糖率のいずれも差は認められなかった。

Table 3. Lactation performance in cows fed ration components separately or total mixed

Trait	Feeding method ^a		s.e. ^b
	Separately	Total mixed	
Milk yield, kg/day	24.7	24.6	.3
Fat corrected milk yield, kg/day	24.2	24.2	.4
Fat %	3.87	3.89	.04
Protein, %	3.23	3.23	.01
Lactose, %	4.63	4.63	.02

a : Treatment means were not significantly different (P>0.05)

b : Standard error of treatment difference

考 察

本試験において、飼料別給与では、乾草の摂取量が少なく、給与構成割合に比べ摂取乾草の構成割合が低かった。供試した乾草は乾物中TDN含量が60%と良質の部類に入るが、それでも摂取割合が低かったことは注目に値する。本試験により、トウモロコシサイレージ主体飼養時においても、併給する乾草は、混合給与により選択採食が防止できることを確認した。

池滝ら⁹⁾は、トウモロコシサイレージ40%、ヘイレージ20%、乾草20%、濃厚飼料20%の飼料構成で、飼料別給与では乳牛が各粗飼料を自由に選択・採食できる条件で混合給与と比較した。その結果、飼料別給与では乾草の摂取量が極めて少なく、混合給与することにより乾草は給与構成割合で採食されたと報告している。飼料別給与では乾草の摂取量は少ないが、ヘイレージを偏って多く採食したので、全飼料の摂取量は、飼料別給与の方が有意ではないが高い傾向にあったとしている。

粗飼料を主体とした飼料構成ではないが、PHIPPS et al.⁹⁾は、トウモロコシサイレージ20%、アルファルファサイレージ20%、濃厚飼料60%の構成割合で両

給与法を比較し、飼料別給与でアルファルファサイレージの採食量が少なかったと報告している。この場合、構成割合を一定に保つため他の飼料を相対的に減少させたので、全飼料の摂取量は、混合給与の方が多かったとしている。

このように飼料別給与の場合には、嗜好性あるいは品質の劣る粗飼料の摂取量が少なくなることがあり、混合給与すると、これが給与構成の設定どおり摂取されるようになる点は本結果と一致している。

全飼料の摂取量は、池滝ら⁹⁾、PHIPPS et al.⁹⁾の報告にあるように、採用した給与条件が影響するようである。本試験では、飼料別給与期の各飼料の給与量は、約10%の残飼を生じる量としたので、乾草の摂取量は少なかったが、トウモロコシサイレージと濃厚飼料の摂取量の増加により補完されたので、飼料別給与と混合給与で乾物摂取量に差は認められなかった。HOLTER et al.¹⁰⁾も、トウモロコシサイレージ27%、牧草サイレージ12%、濃厚飼料61%の比率を保って飼料別給与と比較し、乾物摂取量に差のないことを報告している。

以上より、飼料別給与では、十分に選択採食を許せば乾物摂取量が増し、選択採食を極力防止すれば乾物摂取量が減少するものと考えられ、選択採食を防止

しつ十分量摂取させるためには混合給与は有効であろう。

本試験において、飼料別給与と混合給与で乳量、乳組成に差は認められなかった。DCP摂取量は飼料別給与が多く、TDN摂取量は混合給与が多かったものの、DCPとTDNの摂取量がいずれも要求量を満たしていた結果、差が生じなかったものと解される。

なお、飼料の構成割合を表示する場合、通常トウモロコシサイレージは、粗飼料として表示される^{8, 9, 10)}が、トウモロコシサイレージ中の穀実を濃厚飼料に組み入れて表示した報告¹¹⁾もあり、トウモロコシサイレージ主体飼養では、この穀実の位置付けを明確にしておく必要がある。

文 献

- 1) 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)
- 2) COPPOCK, C.E., D.L. BATH and B. HARRIS, JR.: From feeding to feeding systems. J. Dairy Sci., 64: 1230-1249. (1981)
- 3) OWEN, J.B.: Complete diet feeding for cattle. Livest. Prod. Sci., 11: 269-285. (1984)
- 4) 佐藤 博・工藤吉夫・三島哲夫・柏木 甲：乳牛における飼料給与の方法が第一胃内発酵、血液性状および採食行動に及ぼす影響。日畜会報, 58: 461-466. (1987)

- 5) LUCAS, H. L.: Switchback trials for more than two treatments. J. Dairy Sci., 39: 146-154. (1956)
- 6) 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)
- 7) 農林省農林水産技術会議事務局：日本飼養標準(乳牛)1974年版, 中央畜産会, 東京(1974)
- 8) 池滝 孝・太田三郎・浜村欣二・鈴木省三：乳牛に対するサイレージ主体の全飼料配合給与試験。帯大研報, 12: 201-206. (1981)
- 9) PHIPPS, R.H., J.A. BINES, R.J. FULFORD and R.F. WELLER: Complete diets for dairy cows: a comparison between complete diets and separate ingredients. J. Agric. Sci., Camb., 103: 171-180. (1984)
- 10) HOLTER, J.B., W.E. URBAN, JR., H.H. HAYES and H.A. DAVIS: Utilization of diet components fed blended or separately to lactating cows. J. Dairy Sci., 60: 1288-1293. (1977)
- 11) MARSHALL, S.P. and A.R. VOIGT: Complete rations for dairy cattle. I. Methods of preparation and roughage-to-concentrate ratios of blended rations with corn silage. J. Dairy Sci., 58: 891-895. (1975)

Effect of Mixed Corn Silage Based Feed on the Milk Production and Feed Intake of Dairy Cows

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

Summary

Eight lactating Holstein cows were individually given ad libitum feedstuffs containing 50% corn silage, 22% hay, 22% formula feed, 5% soybean meal, and 1% mineral-vitamin mixture. The ingredients were fed to each cow either separately or mixed together over three periods switchback trial with 30 days per period to examine the effect of mixed ration on feed intake and milk production.

Intake of dry matter as a percentage of body weight was similar with both methods of feeding. Intake of hay was less when it was fed separately than in was fed in a mixed form. Although intakes of DCP and TDN were significantly effected by mixing ration ingredients, milk yield and composition were similar both methods of feeding.

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

—短 報—

赤外線分析法で測定した乳成分による
牛乳のエネルギー含量の推定原 悟志・坂東 健・小倉 紀美
黒澤 弘道・中辻 浩喜A Note on Prediction of Energy Value of Cow's milk
from the Concentration of its Components Measured
by Infrared Milk Analysis Instrument.Satoshi HARA, Takeshi BANDO, Noriyoshi OGURA,
Hiromichi KUROSAWA and Hiroki NAKATSUJI

乳牛の産乳能力および飼料の泌乳効果を比較するには、成分組成の異なる牛乳を一つの指標により標準化する必要がある、その最も適切な指標は牛乳中の総エネルギー量である。しかし、牛乳のエネルギー含量の測定は、多くの時間と労力を要することからあまり行われず、その代わりに乳成分組成から牛乳のエネルギー含量を推定する方式が用いられている^{1, 2, 3, 4)}。従来は、牛乳分析においても多くの労力を要したが、近年の赤外線牛乳分析器の普及により迅速に各種牛乳成分を容易に測定することが可能となったことから、牛乳の脂肪率のみならずその他の成分についてもパラメータとして取り入れることが容易になってきた。

本報告は、赤外線牛乳分析器を用いて測定した各種の乳成分含量と実測した牛乳のエネルギー含量の関係から牛乳のエネルギー含量の推定式を導くとともに、既往の推定式^{1, 2, 3, 4)}と比較しその適応性について検討した。

材 料 と 方 法

分析に供した牛乳は、北海道立新得畜産試験場のホルスタイン泌乳牛20頭から泌乳全期間にわたって朝夕採取し乳量比で混合した牛乳508個を用いた。牛乳の脂肪率、蛋白質率および乳糖率は赤外線牛乳分析器—

ミルコスキャン104 (Foss Electric製)を用いて測定した。無脂固形分(SNF)率は粗灰分率等を表す補正值を1.02%⁵⁾として、蛋白質率、乳糖率および補正值の和として求めた。牛乳のエネルギー含量は、牛乳2mlのサンプルを60°Cで通風乾燥した後、自動熱量計(島津製, CA-3)を用いて測定した。

結 果 と 考 察

供試した牛乳の各成分およびエネルギー含量の平均値、最小値および最大値を表1に示した。各成分の平均値は、関根らの報告⁴⁾と比較し、蛋白質率は変わらなかったが、その他の成分はやや高く、また、TYRREL and REIDの報告²⁾と比べて、脂肪率および全固形分率は高く、乳糖率およびSNF率はやや低かった。

牛乳の各成分およびエネルギー含量間の相関を表2に示した。脂肪率と他の成分およびエネルギー含量との相関は、すべて有意であるが、乳糖率およびSNF率との相関係数はそれぞれ0.303および0.318と低く、全固形分率およびエネルギー含量とでは0.878および0.817と高かった。これらの相関係数の値は、エネルギー含量との相関を除き既往の報告^{2, 4)}に比べて高かった。エネルギー含量と各乳成分との相関では、全固形分率が $r=0.820$ と最も高く、次いで、脂肪率が $r=$

Table 1. Means and ranges of milk components

Component	Mean	Range	
		Min.	Max.
Total solids (%)	12.85	11.33	15.25
Solids-not-fat (%)	8.80	7.81	10.02
Fat (%)	4.05	2.10	6.05
Protein (%)	3.18	2.55	4.27
Lactose (%)	4.62	4.02	5.90
Energy (kcal/kg)	722.8	566.4	965.2

Table 2. Simple correlation coefficients between the components and between the energy value and components

	Protein	Lactose	Total solids	Solids-not-fat	Energy
Fat	0.527**	-0.303**	0.879**	0.318**	0.817**
Protein		-0.346**	0.758**	0.757**	0.592**
Lactose			-0.046	0.331**	-0.183
Total solids				0.719**	0.820**
Solids-not-fat					0.466**

** : P<0.01

0.817と高かった。その他の成分では、蛋白質率が $r = 0.592$ 、SNF率が $r = 0.466$ と相関係数は高くなかった。

牛乳のエネルギー含量および各乳成分との回帰および重相関分析の結果を表3に示した。一つの乳成分値からエネルギー含量を推定する場合は、全固形分率を用いた推定式が標準誤差28.26kcal/kgで最も小さく、次いで、脂肪率を用いた場合が標準誤差28.52

kcal/kgであった。

表3に示した牛乳のエネルギー含量推定式の中で、標準誤差が最も小さかったのは、脂肪率、蛋白質率および乳糖率を用いた式7の26.37kcal/kgであった。次いで、脂肪率およびSNF率を用いた式5の標準誤差26.43kcal/kgであった。寄与率 (R^2) は式7が0.72および式5が0.71であった。精度は要因数2つの

Table 3. Equations for the prediction of the energy value of milk from the concentrations of certain milk components

Equation No.	Prediction equation	R^2	$Sy.x$ (kcal/kg)	Coefficient of variation (%)
1	$E = 70.99 (\%TMS) - 189.68$	0.67	28.26	3.91
2	$E = 97.79 (\%F) + 326.66$	0.71	28.52	3.95
3	$E = 83.31 (\%SNF) + 7.12$	0.70	43.74	6.05
4	$E = 102.79 (\%P) + 395.92$	0.72	39.83	5.51
5	$E = 89.05 (\%F) + 40.11 (\%SNF) + 9.05$	0.71	26.43	3.66
6	$E = 83.64 (\%F) + 38.92 (\%P) + 260.21$	0.70	26.94	3.73
7	$E = 86.10 (\%F) + 44.43 (\%P) + 31.23 (\%L) + 88.49$	0.72	26.37	3.65

E : Energy (kcal/kg of milk) %TS : % of total solids %F : % of fat
%SNF : % of solids-not-fat %P : % of protein %L : % of lactose
 R^2 : Coefficient of determination $Sy.x$: Standard error of estimate

式5も、式7に比べて劣るものではないが、SNFの主要成分である蛋白質と乳糖のエネルギー含量は異なる⁶⁾こと、また、近赤外線分析により各乳成分の分析が容易になったことから、脂肪率、蛋白質率および乳糖率を用いた式7が適当と考えられる。

実測したエネルギー含量から表3の式7の推定式により求めた推定値を差し引いた誤差と各乳成分およびエネルギー含量との相関を表4に示した。

実測値と推定値の誤差に対する各乳成分値にはいずれも相関は認められず、乳成分が変動しても誤差は正負のいずれの方向にも偏らないと考えられる。誤差とエネルギー含量とは正の有意な相関が認められ、エネルギー含量が高くなるとともに乳成分によるエネルギー含量の推定値は実測値よりも低く見積られる傾向となった。この傾向は、関根らの報告⁴⁾と一致するものであるが、この要因については不明である。

本報告に用いたデータについて、エネルギー含量の実測値から既往のエネルギー含量推定式¹⁻⁴⁾を用いて

算出した推定値を差し引いた誤差について検討した(表5)。

脂肪率のみを用いたOVERMANN and GAINES¹⁾およびARC³⁾飼養標準のエネルギー含量推定式では、推定誤差が大きく、平均30kcal/kg以上も過大に見積られる結果となった。一方、脂肪率と共に蛋白質率および乳糖率も取り入れた推定式では、脂肪率の場合に比べて誤差は少なく精度は高かった。

表5に示した既往の推定式から求めたエネルギー含量の推定値は、いずれも実測値よりも大きかった。これはエネルギー含量測定時の前処理が既往の報告^{2, 4)}では凍結乾燥であるのに対し、本報告では60℃通風乾燥であったことが一因していると考えられる。また、この乾燥処理により、脂肪率、蛋白質率および乳糖率を用いた推定式の寄与率が既往の報告^{2, 4)}では0.9以上であるのに対し本報告では0.72と低くなったと考えられる。

Table 4. Simple correlation coefficient between major components of milk and errors of estimate expressed as differences between the energy value determined by bomb calorimetry and the calculated value by the regression equation

	Error of energy estimate
Total solids	-0.01
Solids-not-fat	-0.002
Fat	0.0
Protein	-0.001
Lactose	-0.001
Energy	+0.527**

** : P<0.01

Table 5. Differences between measured energy values and those predicted by equations reported and standard deviation of the difference

Equation	Other	Difference between measured and estimated energy
$E = 115.33 (\%F) + 289.48$	OVERMAN and GAINES ¹⁾	32.23 ± 29.35
$E = 97.00 (\%F) + 360.70$	ARC ³⁾	31.22 ± 28.63
$E = 92.24 (\%F) + 49.14 (\%SNF) - 56.39$	TYRREL and REID ²⁾	27.13 ± 26.72
$E = 91.78 (\%F) + 53.20 (\%P) - 47.62 (\%L) - 25.84$	TYRREL and REID ²⁾	12.56 ± 26.77
$E = 84.61 (\%F) + 38.24 (\%P) + 54.02 (\%L) + 23.90$	SEKINE et. al ⁴⁾	15.23 ± 26.97
$E = 86.10 (\%F) + 44.43 (\%P) + 31.23 (\%L) + 88.49$	Present data	0.26 ± 26.37

E : Energy (kcal/kg of milk) %TS : % of total solids %F : % of fat
%SNF : % of solids-not-fat %P : % of protein %L : % of lactose

文 献

- 1) GAINES, W.L. and O.R. OVERMAN: Interrelations of milk-fat, milk-protein and milk-energy yield. *J. Agric. Res.*, 46: 1109-1120. (1933)
- 2) TYRRELL, H.F. and J.T. REID: Prediction of the energy value of cow's milk. *J. Dairy Sci.*, 48: 1215-1223. (1965)
- 3) AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL: The nutrient requirements of ruminant livestock, 118. A. R. C. Commonwealth Agricultural Bureaux (1980).
- 4) 関根純二郎・近藤誠司・大久保正彦・朝日田康司: 乳成分含量による牛乳エネルギー価の推定. *日畜会報*, 56: 583-587. (1985).
- 5) SATO, T., M. YOSHINO, S. FURUKAWA, Y. SOMEYA, N. YANO, J. UZUMI and M. IWAMOTO: Analysis of Milk Constituents by Near Infrared Spectrophotometric Method. *Jpn. J. Zootech Sci.*, 58 (8): 1251-1223. (1965).
- 6) 橋爪徳三・森本 宏: 乳牛の飼養標準に関する研究. *畜産試験場特別報告*, 6: 38-47 (1965)

—短 報—

アンモニア添加トウモロコシサイレージの
めん羊による消化率

出岡謙太郎*・岡本 全弘*・原 悟志・伊東 季春

Digestibility of Ammonia treated
Corn Silage by Sheep

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

トウモロコシサイレージ調製時にアンモニアを添加すると、非蛋白窒素が補給されるとともに、サイレージ発酵にともなう蛋白質分解の抑制や、開封後の好気的変敗の防止などの効果が認められている¹⁾。添加に際しては、アンモニア水、液化アンモニアの他、アンモニア-糖蜜-ミネラル混合液などが用いられる。アンモニア添加トウモロコシサイレージのめん羊による消化率については、アンモニア-糖蜜-ミネラル混合液を用いた報告²⁾があるが、ここでは、液化アンモニアをガス状注入して調製したトウモロコシサイレージをめん羊に給与し、消化率に及ぼす影響を検討した。

材 料 と 方 法

原料トウモロコシは、早生品種のワセミノリであり、黄熟期に、切断長を10mmに設定したフォレージハーベスタで収穫した。これを500kg容バッグサイロ5基に500kgずつ秤量して詰め込み、1基を無添加とし(対照区)、他の4基にアンモニアをそれぞれ1, 2, 3, 4 kg添加した(以下2, 4, 6, 8 kg/t区とする)。アンモニアの添加方法は以下のとおりである。

原料トウモロコシをバッグサイロに詰めた後、サイロ口から原料の中央部に、塩化ビニール製の多孔管を挿入し密封した。液化アンモニアのボンベより、多孔管に接続したビニール製耐圧ホースを通じて、所定量のアンモニアをガス状で注入した。注入後、多孔管を

引き抜きサイロを密封した。

処理後85日目にサイロを開封し消化試験に供試した。供試めん羊はサフォーク去勢雄めん羊5頭(平均体重83kg)で、消化試験は1期13日間の5×5ラテン方格法で行った。各期とも予備期7日間、本期6日間の全糞採取法とした。サイレージの給与量は、メタボリックボディサイズ(W^{0.75})当たり乾物で60gとし、9時と16時に等分して給与した。水および固型塩は自由摂取とした。

サイレージおよび糞の一般成分の分析はA.O.A.C.法³⁾によった。サイレージのpHはガラス電極pHメータで測定した。平均値の差の検定はTUKEYの方法⁴⁾によった。

結 果 と 考 察

開封時のアンモニア添加トウモロコシサイレージはいずれの処理区においてもアンモニア臭が認められ、サイロ中央の多孔管挿入部の周辺のサイレージは濃緑色、濃褐色に変色し、添加量の多いものほど変色する範囲が広がっていた。中央部から遠くなると対照区のサイレージと同じ色調を呈していた。めん羊への給与に際しては、変色部とその周辺部とを混合して与えた。

供試トウモロコシサイレージのpH、一般成分組成および調製時添加窒素の回収率を表1に示す。

サイレージのpHはアンモニア添加量の増加に伴い上昇した。一般成分組成では、アンモニア添加量の増加に伴い粗蛋白質含量の増加と可溶無窒素物(NFE)

* 北海道立滝川畜産試験場

Table 1. Characteristics of corn silage with and without ammonia treatment

	Control	Ammonia-treated			
		2 kg/t	4 kg/t	6 kg/t	8 kg/t
pH	3.63	4.48	5.39	6.72	8.78
Dry matter (%)	29.5	29.3	29.1	28.9	28.8
Proximate composition (%DM)					
Crude protein	8.5	10.4	10.8	12.0	14.2
Crude fat	3.9	4.2	3.7	3.6	3.5
Nitrogen free extracts	67.2	64.8	65.4	63.1	61.6
Crude fiber	15.4	15.4	15.6	15.8	15.9
Crude ash	5.0	5.2	4.5	5.5	4.8
Recovery of added N (%)*	—	54	38	33	40

* Based on the added N at ensiling time and the N content of the material removed at feeding time

含量の減少が認められた。調製時に添加したアンモニア由来の窒素の回収率は33-54%であった。原料トウモロコシに対する液化アンモニアのガス状添加について、HUBER et al.⁵⁾は、フォレージプロワの直前に木製の箱を設置し、その中に多孔管を挿入して添加すると、窒素の回収率は91-98%であったと報告している。本試験では、原料を詰め込み密封したバッグサイロ内に多孔管を挿入しアンモニアを添加したので、アンモ

ニアの偏在はあったとしても、HUBER et al.⁵⁾の方法よりも添加時のアンモニアの散逸は少ないと思われたが、窒素の回収率は低い値であった。この原因は不明である。

供試トウモロコシサイレージのめん羊による摂取量、消化率および可消化養分含量を表2に示す。

サイレージの乾物摂取量は、アンモニアを添加したいずれの処理区においても対照区と同様の値を示した。

Table 2. Intake and digestibility of sheep fed corn silage with and without ammonia treatment

	Control	Ammonia-treated				s.e.
		2 kg/t	4 kg/t	6 kg/t	8 kg/t	
Dry matter intake g/W ^{0.75}	59	62	59	59	58	1
Apperant digestibility coefficients (%)						
Dry matter	64.4 ^a	65.7 ^a	65.4 ^a	66.9 ^{ab}	69.4 ^b	.7
Organic matter	66.3 ^a	67.7 ^a	67.7 ^a	69.0 ^{ab}	72.0 ^b	.7
Crude protein	47.7 ^a	56.9 ^b	55.9 ^{ab}	57.8 ^b	64.3 ^b	.9
Crude fat	81.5	84.1	81.1	80.5	81.4	.9
Nitrogen free extracts	72.7 ^a	73.9 ^{ab}	73.6 ^{ab}	74.8 ^{ab}	76.7 ^b	.7
Crude fiber	44.3 ^a	44.0 ^a	47.2 ^a	50.9 ^{ab}	58.2 ^b	2.1
DCP (%DM)	4.0 ^a	5.9 ^{ab}	6.2 ^b	7.0 ^{bc}	9.1 ^c	.5
TDN (%DM)	66.9 ^a	68.7 ^a	68.4 ^a	68.8 ^{ab}	72.0 ^b	.7

a, b, c : Means with different letters are significantly different (P<0.05)

乾物、有機物および粗繊維の消化率は、8 kg/t区が対照区、2および4 kg/t区より高い値を示した。粗蛋白質の消化率は、2、6および8 kg/t区が対照区より高い値を示した。NFEの消化率は、8 kg/t区が対照区より高い値を示した。すなわち、アンモニア添加量の増加に伴い粗蛋白質、NFEおよび粗繊維の消化率が向上し、乾物と有機物の消化率も同様の傾向を示した。BAREEBA et al.²⁾も、アンモニア-糖蜜-ミネラル混合液を添加したトウモロコシサイレージのめん羊による消化率について、粗蛋白質と酸性デタージェント繊維(ADF)の消化率が向上することを認めている。アンモニア添加による粗蛋白質消化率の向上は、サイレージ中の粗蛋白質含量の増加による粗蛋白質摂取量の増加に起因すると考えられる。また、粗繊維やADFなど繊維画分の消化率向上はアルカリ処理の効果⁶⁾と考えられる。

DCP含量は、8 kg/t区、4 kg/t区、対照区の順に高い値を示した。可消化養分総量(TDN)含量は、8 kg/t区が、対照区、2および4 kg/t区より高い値を示した。すなわち、アンモニア添加量の増加に伴いDCPとTDNの含量はいずれも向上する傾向が認められた。

以上のことから、トウモロコシサイレージに対するアンモニア添加は、添加量の増加に伴い粗蛋白質含量

および消化率を高め、可消化養分含量を増加させることが確認された。

文 献

- 1) HUBER, J. T. and L. KUNG, JR. : Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 64 : 1170-1195. (1981)
- 2) BAREEBA, F. B., J. R. INGALLS, J. A. MCKIRDY and H. R. SHARMA : Apparent digestibility and nutritional value of urea or ammonia-solution-treated corn silages for lactating holstein cows and mature sheep. *Can. J. Anim. Sci.*, 63 : 871-884. (1983)
- 3) ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS: Official methods of analysis. 9th ed. 283-296. Washington, D. C. (1960)
- 4) 吉田 実 : 畜産を中心とする実験計画法. 初版, 68-87. 養賢堂, 東京. (1975)
- 5) HUBER, J. T., R. E. LICHTENWALNER, R. E. LEDEBUHR and C. M. HANSEN : Gaseous ammonia treatment of corn silage for dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 62 : 965-971. (1979)
- 6) 伊藤 宏 : 低質粗飼料の利用性向上に関する最近の研究. *日畜会報*. 54 : 487-496. (1983)

—短 報—

水素化物生成—原子吸光法による 牛血清セレンの定量

森 清一・工藤 卓二・米道 裕彌
尾上 貞雄・恒光 裕・平井 綱雄

Determination of Selenium in Bovine Serum by Hydride Generation—Atomic Absorption Spectroscopy

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

近年、我国においても子牛白筋症の発生が報告され^{1, 2, 3)}、セレン (Se) が動物における必須ミネラルとして栄養学的、生理学的な面から注目され、血清中のSe濃度を求める要望が強まっている。

血清Seの定量には主として、2, 3-ジアミノナフタレンを用いた蛍光法^{4, 5)}が用いられているが、煩雑な操作を要するため、簡便な定量法として原子吸光法が検討されている。

原子吸光法には、炭素炉による方法^{6, 7, 8, 9)}と水素化物生成による方法^{10, 11, 12, 13)}が報告されている。炭素炉による方法は、簡便で感度も高いが、共存物質による干渉が大きく、また再現性が十分でないという問題点がある。

水素化物生成による方法は、砒素の高感度定量法として開発された方法であるが、最近これを利用したSeの定量が検討され^{10, 11, 12, 13)}、水素化物生成方式や原子化方式も急速に進展、改良がなされてきている。

そこで著者らは、新たに開発された水素化ホウ素ナトリウム利用の水素化物生成と加熱石英二重セル原子化法を組合せた方法による牛血清Seの定量法を検討し、良好な結果が得られたので報告する。

方 法

装置および試薬：分析装置は、日本ジャーレルアッ

シュ社製原子吸光度計A-855に、同社製水素化物発生装置HYD-1と同社製水素化物加熱原子化装置HYD-2を装着したものを使用した。光源は、浜松ホトニクス社製Seホローカソードランプを使用した。

Se標準原液は、和光純薬製原子吸光用Se標準液(1,000ppm)を、水素化ホウ素ナトリウムは同社製化学用を用いた。また他の試薬はすべて特級以上のものを用いた。

血清の灰化法：血清の灰化は、REAMER and VEILLONの方法¹⁴⁾を参考とし、以下のとおり行った。

血清4mlを100mlのコニカルビーカーにとり、硝酸5ml、りん酸1ml、過酸化水素水(30%)1mlを加え、ホットプレート上にて加熱分解した。加熱温度は、最初の30分間を100℃、その後は170~180℃とした。茶褐色の亜硝酸ガスの発生がとまり、液が淡黄色透明化した時点で灰化完了とし、放冷後蒸留水を加えて20mlにメスアップした。

測定方法：灰化試料液を水素化物発生装置のサンプル導入口から吸引させ、反応管内で1%水素化ホウ素ナトリウム液(水酸化ナトリウムを0.5%含む)、5N塩酸、蒸留水と混合、Seの水素化物(H₂Se)を生成させる。これをアルゴンガスで、1,000℃に加熱した石英二重セル内に送って原子化させ、その時得られる吸光度を測定した。分析装置の測定条件は表1のとおり

Table 1. Instrumental setting for selenium analysis

Atomic absorption spectrophotometer		
Wave length	196.0nm	
Lamp current	20mA	
Slit width	3 (0.68nm)	
Mode	HCL	
Expansion	× 2 (0.25Abs/Full scale)	
Integrate time	12sec	
Hydride generation		
Carrier gas 1	Argon	0.2 l / min
Carrier gas 2	Argon	1.0 l / min
Sample control	8 (16ml/min)	
Reducing agent	1% NaBH ₄ (0.5% NaOH)	9.5ml/min
Acid	5 N HCL	9.5ml/min
Auxiliary	H ₂ O	9.5ml/min
Temperature of the quartz cell	1000°C	

り設定した。

結果と考察

検量線の検討: Se標準原液を蒸留水にて希釈調整した標準液(2, 4, 8 ppb)を用い、作製した検量線は、原点を通る良好な直線性を示した。

この検量線を用いて、血清に添加したSeの回収率を検討した結果、回収率は116~135%と高値を示した。OSTER and PRELLWITZ¹¹⁾も水素化物生成を利用した原子吸光法を用い、検量線法によって求めたSe濃度はやや高めに測定されると報告している。このように実

際より高い測定値となる原因としては、バックグラウンド吸収、灰化に用いた試薬または血清成分による干渉が考えられる。そこで熱陰極型重水素ランプを用いて灰化試料液のバックグラウンド吸収を調べた結果、吸収はほとんど認められなかった。次に硝酸、りん酸、過酸化水素水を灰化と同様加熱し、これを添加した標準液より得られた検量線を用いて回収率を検討したが、先の結果と同様に高値であった。

これらの結果から、回収率の高値は血清成分の干渉によるものと考え、標準添加法¹²⁾による検討を試みた。同一血清4点の灰化試料液にSeの添加濃度がそれ

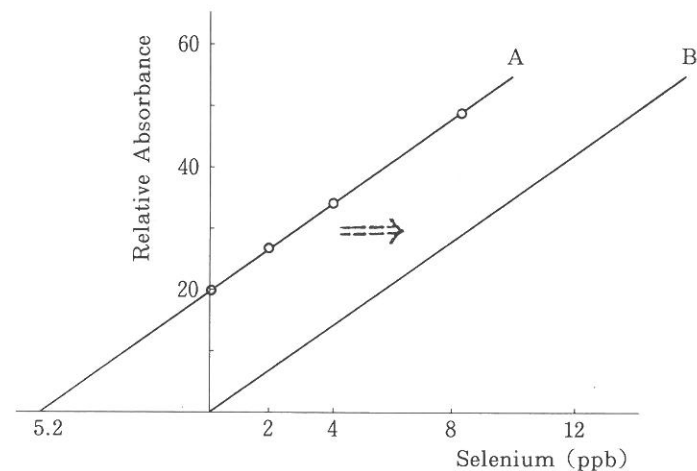


Fig. 1 Calibration curve applied by standard additional method

ぞれ0, 2, 4, 8 ppbになるように標準液を添加し、その吸光度を測定したところ、図1の検量線Aに示すように良好な直線性が得られた。したがって標準添加法を用いることによりSeの回収率はほぼ100%となるが、標準添加法を採用すると、分析に10ml以上の多量の血清が必要になり、実用上大きな難点となる。

そこで今回、この標準添加法によって得られた検量線を、原点を通過するように平行移動させ、これを用いた検量線法によりSe濃度を算出し、回収率を検討した。

その結果、回収率は表2に示すように、97.5~102.5%、平均99.9%と極めて良好な値を示した。

炭素炉原子吸光法による回収率について、多田ら⁷⁾は、90~105%、OSTER and PRELLWITZ¹¹⁾は、84~116%と報告している。また蛍光法による回収率は、102%と報告されている⁴⁾。

再現性の検討: 同一血清15点を個々に灰化、測定し灰化操作も含めた測定の再現性を検討した。その結果、表3に示すように血清Se濃度の測定値は31.0~32.0 ppbで、変動係数は1.02%であった。灰化後プールした試料液を10回繰返し測定した結果、変動係数は0.67%であった。

蛍光法による測定の変動係数は11%⁵⁾、炭素炉原子吸光法では、5%以下^{7, 8)}、7~11%⁶⁾と報告されて

Table 2. Recovery of added selenium by calibration curve method made use of standard additional method

Sample	Se found in ash solution (ppb)		2) - 1)	Recovery (%)
	1) Serum	2) Serum + Se 8ppb		
A	4.5	12.3	7.8	97.5
B	3.0	11.2	8.2	102.5
C	4.9	12.7	7.8	97.5
D	4.4	12.2	7.8	97.5
E	2.1	10.3	8.2	102.5
F	2.0	10.0	8.0	100.0
G	3.3	11.4	8.1	101.3
H	3.2	11.2	8.0	100.0
Mean				99.9

Table 3. Reproducibility of determination for bovine serum selenium

	n	Mean (ppb)	SD (ppb)	CV (%)
Individual ash solution	15	31.4	0.32	1.02
Pooled ash solution	10	31.6	0.21	0.67

おり、本法による再現性は極めて良好であると考えられる。

検出限界: 低濃度のSe標準液(0~1.0ppb)を測定した結果、0.5ppb標準液測定時における吸光度がノイズ幅の2倍(S/N=2)であったことから、本法によるSeの検出限界は、0.5ppbであると判断する。したがって血清4mlを灰化し20mlにメスアップした場合、血清Se濃度の検出限界は2.5ppbとなる。

血清Se濃度の検出限界について、炭素炉原子吸光

は4ppb⁹⁾または7ppb⁷⁾、蛍光法では5ppb⁴⁾と報告されている。

本分析法は、分析にやや多量の血清を必要とする欠点があるが、血清Se濃度が低値でないと予想される場合は、希釈倍率を高めることにより血清量を減らすことが可能である。

以上の結果、本法により比較的簡便で、かつ精度、感度の高い血清Seの定量が可能であると考えられる。

謝 辞

本研究に対して有益な御助言をいただいた日本ジャーナルアッシュ(榎谷口 均氏)に深謝いたします。

文 献

- 1) 一条 茂・長谷川光弘・金徳 煥・木俣俊二・小川寿美雄・小西辰雄・小野 威・森下利春・田中一郎: 子牛の白筋症に関する臨床ならびに臨床病理学的所見. 日獣会誌, 34: 573-579. (1981)
- 2) 高橋英世・小岩政照・安田牧人・石見誠一・野村武・南 保範・梅尾一馬: 1 フィードロットで集団発生した子牛の白筋症に関する臨床学的観察. 家畜診療, 250: 11-17. (1984)
- 3) 高橋良平・一色貞之・林 晶利・三保玄城・中川浩・武隈俊和・佐藤勝典: 黒毛和種子牛における白筋症の発生例. 日獣会誌, 37: 779-783. (1984)
- 4) WATOKINSON J. H.: Fluorometric determination of selenium in biological material with 2, 3-diaminonaphthalene. Anal. Chem., 38: 92-97. (1966)
- 5) WILKIE J.B. and M. YOUNG: Improvement in the 2, 3-diaminonaphthalene reagent for microfluorescent determination of selenium in biological materials. J. Agr. Food Chem., 18: 944-945. (1970)
- 6) TULLEY T. T. and H. P. LEHMAN: Flameless atomic absorption spectrophotometry of selenium in whole blood. Clin. Chem., 28: 1448-1450. (1982)
- 7) 多田嘉春・米本 理・岩佐靄子・中川 清: ロジウム添加効果を利用した血液中セレンの炭素炉原子吸光分析. 分析化学, 29: 248-253. (1980)

- 8) 渡辺博正・市川文克・藤井良和: 微量元素の原子吸光分析—血清中のセレンウム. 第94回日本獣医学会講演要旨集, 214. (1982)
- 9) 保田健二・田口 正・田村正平・戸田昭三: 溶媒抽出—炭素炉原子吸光法による生体試料中のセレンの定量. 分析化学, 26: 442-445. (1977)
- 10) CLINTON O.E.: Determination of selenium in blood and plant material by hydride generation and atomic-absorption spectroscopy. Analyst., 102: 187-192. (1977)
- 11) OSTER O. and W. PRELLWITZ: A methodological comparison of hydride and carbon furnace atomic absorption spectroscopy for the determination of selenium in serum. Clinica. Chimica. Acta., 124: 277-291. (1982)
- 12) PIERCE F.D. and H.R. BROWN: Comparison of inorganic interferences in atomic absorption spectrometric determination of arsenic and selenium. Anal. Chem. 53: 1192-1195. (1981)
- 13) 山重 隆・大本幸達・重富康正: イオン交換分離と加熱セル—原子吸光度計を用いた大気粉じん中のセレンの定量. 分析化学, 27: 607-611. (1978)
- 14) REAMER D.C. and C. VEILLON: Preparation of biological materials for determination of selenium by hydride generation-atomic absorption spectrometry. Anal. Chem., 53: 1192-1195. (1981)
- 15) 保田和雄: 原子吸光分析の実際. 初版, 85-90. 講談社, 東京. (1980)

場外学術雑誌掲載論文抄録

アルコール給与がめん羊の飼料消化率に及ぼす影響

出岡謙太郎*・森 清一・伊東 季春・平山 秀介**

北農 第53巻11号 16~27. (1986)

サフォーク去勢雄めん羊4頭を供試し, 1期14日間の4×4ラテン方格法により, アルコール給与が飼料の摂取量, 消化率, めん羊の健康状態などに及ぼす影響について検討した。供試飼料はアルファルファヘイキューブで, 乾物で体重の1.8%を給与した。アルコール給与量は, 摂取飼料乾物当たり0, 0.3, 1.0, 3.0%の4処理とし, 朝, 夕の飼料給与直前に水溶液の形態で経口投与した。その結果, アルコール給与量の増

加に伴い, めん羊の血中アルコール濃度の高くなる傾向が認められた。しかし, めん羊には, 外観上なんらの症状も認められなかった。また, アルコール給与量を高めても, 飼料摂取量が低下することはなく, 各成分の消化率および可消化養分量に大きな違いは認められなかった。

以上のことから, めん羊に対する, 飼料乾物当たり3.0%以下のアルコール給与は, アルファルファヘイキューブの摂取量, 消化率, 可消化養分量に大きな影響を及ぼさないものと判断された。

* 北海道立滝川畜産試験場
** 北海道立中央農業試験場

—肉牛牧場における子牛の下痢発生状況と牛ロタウイルス
ならびにK99保有大腸菌の検索

恒光 裕・工藤 卓二・八田 忠雄*・森 清一
尾上 貞雄・平井 綱雄・清水 実嗣**

Detection of Bovine Rotavirus and K99⁺ *Escherichia coli* from
Calf Diarrhea on a Closed Beef Cow-Calf Farm

HIROSHI TSUNEMITSU (Shintoku Animal Husbandry Experiment Station)

日獣会誌 第39巻10号 631~635 (1986)

北海道内の季節生産が行われている—肉牛繁殖牧場において, 1~4月にわたる子牛の生産時期を連続2シーズンの間, 下痢発生子牛から牛ロタウイルスおよびK99保有大腸菌の検索を行った。牛ロタウイルスは1983年は25例の下痢便のうち18例(72.0%)から検出され, 1984年には51例のうち15例(29.4%)から検出された。検出時期は1983年は3月中旬から4月上旬の間, 1984年は3月下旬から4月上旬に限られ, これらの子牛の日齢はそれぞれ4~59日齢, 7~53日齢であ

た。K99保有大腸菌は1983年の25例の下痢便からは全く分離されなかったが, 翌年は51例のうち24例(47.1%)から検出された。検出時期は2月上旬から4月中旬で, 分離例は1~2日齢に限られていた。このK99保有大腸菌のSTおよびLT産生能はともに陰性で, O群血清型は20Aであった。同一検体から牛ロタウイルスとK99保有大腸菌とが検出された例はなかった。この場における牛ロタウイルス感染による子牛下痢の発生は早春の一時期に, またK99保有大腸菌感染による下痢は子牛の日齢に密接に関与することが示唆された。

*北海道立滝川畜産試験場 **農水省家畜衛生北海道支場

十勝の畑地型酪農における牧草生産の

エネルギー利用について

山川 政明*・蒔田 秀夫*** 竹田 芳彦**

住吉 政次*** 大原 益博*・玉木 哲夫**

北農 第54巻 第3号 40~46 (1987)

十勝の畑地型酪農における牧草生産の省エネルギー的作業システムを開発するため、1982~83年の2か年、鹿追町笹川東部地区の酪農専業農家を調査対象として、エネルギー利用の実態調査と解析を行った。

その結果、投入エネルギーに占める比率は、造成当

* 北海道立滝川畜産試験場
** 北海道立根釧農業試験場
*** 北海道立天北農業試験場

年草地では機械(40.4%)が、経年草地では化学肥料(33.4%)がそれぞれ最も大きかった。利用方式別の投入・産出比は、造成当年草地で青刈り1.55, 乾草1.44, サイレージ0.37, 経年草地で青刈り5.60, 乾草3.66, サイレージ4.09であった。

これらの結果から省エネルギー的作業システム開発のポイントについて考察した。

トラックによる長距離輸送が乳牛の泌乳や

血液性状に与える影響

上村 俊一*・森 清一・扇 勉*

八田 忠雄**・高橋 雅信*・塚本 達*

尾上 貞雄・平井 綱雄・工藤 卓二

北海道立農試集報 第56号 65~73 (1987)

種々の泌乳ステージの乳牛60頭をトラックで300km輸送し、乳牛に与える影響を検討した。その結果、体重減少は育成牛で少なく、乾乳牛は一過性の減少後7日目までに輸送前に回復したが、泌乳牛では92~95%の回復にとどまった。泌乳量は、輸送後減少し10日目で最低となったが、乳成分ではいずれも輸送後一過性に乳脂肪は上昇し、SNFは低下した。血液像では、

* 北海道立根釧農業試験場
** 北海道立滝川畜産試験場

輸送後白血球が一過性に上昇し、好酸球は減少したがいずれも4日目には回復した。血清成分では、血中Ca, K, γ -GTP, Piは一過性に減少し、遊離脂肪酸, sGOT, 血糖, 総蛋白質, アルブミン, グロブリン, 尿素窒素は増加し、育成牛でsGOT, 遊離脂肪酸, 尿素窒素の変動が成牛より大きかった。輸送前後のACTH負荷試験では、負荷後30分の血中コルチゾールの上昇が輸送直後抑制され、成牛では7日目に回復したが、育成牛では7日目も低下したままであり、成牛に比べ輸送ストレスからの副腎皮質機能の回復が遅れた。

サイレージ多給による搾乳牛の飼養技術に関する研究

和泉 康史*

Studies on the Feeding of a High Level of

Silage for Lactating Dairy Cows

Yasushi IZUMI

北海道立農業試験場報告 第69号 1~77 (1988)

本研究は、特に、北海道における主要草種であるチモシーを主とする牧草サイレージおよびとうもろこしサイレージを高度に利用し、高乳量を生産する搾乳牛の飼養技術の確立に資する目的で実施したものである。その成果を要約すると以下のとおりである。

1. チモシー主体草地に窒素を多肥することにより、乾物、DCP並びにTDN収量が著しく増加し、また、サイレージのDCP含量が有意に増加した。サイレージの品質は、早刈時の窒素多肥により低下する傾向が認められたが、搾乳牛による乾物およびTDN摂取量には、窒素多肥による影響は認められなかった。一方、DCP摂取量は、窒素多肥により有意に増加したが、乳量には、特に影響は認められなかった。
2. 2番草サイレージは、1番草早刈サイレージに比して養分含量並びに搾乳牛による乾物および養分摂取量が低く、その多給により高乳量を生産することは困難であると推定された。
3. 出穂前期刈取りのチモシー主体牧草サイレージは、養分含量並びに養分摂取量が低く、それを主体とする粗飼料構成では高泌乳時に多くの濃厚飼料を必要とすることが明らかにされた。一方、出穂始期刈取りのチモシー主体牧草サイレージは、養分含量並びに養分摂取量が高く、その多給により高乳量を生産し得ることが明らかとなり、更に、調製時に予乾処理を行うことにより乾物および養分摂取量の向上することが示された。
4. 出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージの多給時において、濃厚飼料給与量の増加により、養分摂取量および乳量が有意に増加した。また、濃厚

飼料乾物摂取量が1kg/日増加することにより、サイレージ乾物摂取量が0.41kg/日減少することが示された。

5. 早生種および晩生種とうもろこしを同一条件で栽培し、同時に収穫を行った場合、それぞれの熟期は黄熟初期と乳熟初期であったが、DCP収量では差がなく、TDN収量ではむしろ早生種の方が高く、また、サイレージのDCP, TDN含量は、いずれも早生種が高かった。搾乳牛によるTDN, DCP摂取量も早生種サイレージは晩生種より有意に高く、また、乳量においても高い傾向が認められた。更に、これらのとうもろこしサイレージと出穂始期刈取りのチモシー高水分サイレージと比較した場合、早生種は、DCP摂取量においてチモシーより有意に低い、TDN摂取量および乳量においてほぼ近似した値を示し、一方、晩生種はチモシーに比して養分摂取量、乳量ともに劣った。
6. 黄熟後期収穫のとうもろこしは、乳熟後期収穫のとうもろこしに比してDCP収量は低い、乾物およびTDN収量は高く、また、サイレージとしての乾物およびTDN摂取量は有意に高かった。一方、DCP摂取量では、乳熟後期の方が黄熟後期に比して有意に高かった。これらのとうもろこしサイレージは、出穂期および開花後期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに比して乾物およびTDN摂取量が有意に高く、乳量も高い傾向を示した。
7. 黄熟中期および成熟期にとうもろこしを収穫した場合、成熟期ではDCP収量において若干低いが、乾物およびTDN収量では約10%の増収であった。また、搾乳牛によるサイレージ乾物およびTDN摂取量は成熟期の方が高い傾向であったが、DCP摂

* 北海道立中央農業試験場

取量では若干低く、乳量では顕著な差は認められなかった。

8. 成熟期収穫のとうもろこしサイレージの多給時において、ビートパルプおよび飼料用ビートを併給しても、養分摂取量および乳量に有意な増加は認められなかった。
9. 黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージはTDN摂取量が高く、高泌乳時におけるその充足率は高いが、DCPの充足率は低く、その多給時にはDCPの補給を必要とすることが示唆された。また、その多給時において、濃厚飼料給与量の増加により養分摂取量が有意に増加し、乳量も増加することが認められた。なお、濃厚飼料乾物摂取量1kg/日の増加によるサイレージ乾物摂取量の減少量は、0.47kg/日であった。
10. 黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージに対し、出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージを併給することにより、DCP摂取量が著しく増加し、また、TDN摂取量もやや増加する傾向が認められ、産乳上効果的であることが示唆された。
11. 出穂期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに対し、黄熟中期収穫のとうもろこしサイレージを併給した場合、サイレージ乾物およびTDN摂取量、並びに乳量が有意に上昇した。一方、予乾処理により低水分化を図った出穂期刈取りのチモシー主体サ

イレージに対し、黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージを併給しても、養分摂取量の増加並びに乳量の向上効果は認められなかった。

12. 出穂前期刈取りのチモシー主体高水分あるいは予乾サイレージに対し、未乳熟期収穫のとうもろこしサイレージを併給した場合、TDNおよびDCP摂取量の増加する傾向がみられ、産乳上効果のあることが示唆された。
13. 出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージととうもろこしサイレージの併給時において、濃厚飼料給与量の増加により、養分摂取量は有意に増加し、乳量も同様に増加することが示された。

以上の成果を総合的に考察すると、チモシー主体牧草サイレージ多給による搾乳牛の飼養上において、高乳量を生産するためには、1番草の早刈利用が重要であり、その刈取りは、乾物あるいは栄養収量を勘案した場合、出穂始期に行うことを目標とし、予乾法によりサイレージ調製を行う必要がある。一方、とうもろこしサイレージ多給による搾乳牛の飼養上においては、乾物やTDN収量並びにこれらの摂取量の最も高い黄熟後期～成熟期でサイレージ調製を行うことであり、更に、これら両サイレージの併用多給飼養上においては、出穂始期刈取りの1番草予乾サイレージと黄熟後期～成熟期収穫のとうもろこしサイレージとの併給が、高乳量を生産するための重要条件である。

新得畜試研究報告 No.16 1988.12

昭和63年12月15日 印刷

昭和63年12月23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
☎ (01465) 4-5321

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