

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 23 号

Bulletin of the
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 23

平成12年 3 月
2000

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 23 号

目 次

乾草自由採食下における濃厚飼料の給与水準が3カ月齢で離乳した 黒毛和種去勢育成牛の発育に及ぼす影響 杉本昌仁・佐藤幸信・寒河江洋一郎……………	1
育成期における粗飼料給与量がホルスタイン種去勢牛の飼料摂取量、 発育、ルーメン内容液性状および枝肉成績に及ぼす影響 八代田千鶴・川本 哲・杉本昌仁・平井綱雄・小原潤子 松井義貴・及川 学・佐藤幸信・宮崎 元・草刈直仁……………	10
過リン酸石灰添加による牛ふん尿の堆肥化過程におけるアンモニア揮散抑制 湊 啓子・田村 忠・前田善夫……………	17
北海道立新得畜産試験場研究報告総目次……………	25

Bulletin
of the Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 23

Contents

Originals

Effect of Concentrate Level on Performance in Early Weaned Growing Wagyu Steers Fed Hay ad libitum. Masahito SUGIMOTO, Yukinobu SATO, and Yoichiro SAGAE	1
Effect of Roughage Level Given During Growing Period on Feed Intake, Growing Performance and Carcass Quality in Holstein Steers. Chizuru YAYOTA, Satoshi KAWAMOTO, Masahito SUGIMOTO, Tsunao HIRAI, Junko KOHARA, Yoshitaka MATSUI, Manabu OIKAWA, Yukinobu SATO, Hajime MIYAZAKI and Naohito KUSAKARI	10
Reduction in the Ammonia Emission during Composting of Cattle Manure through Mixing with Calcium Superphosphate Keiko MINATO, Tadasi TAMURA and Yoshio MAETA	17
Others	
Contents (No.1~23)	25

乾草自由採食下における濃厚飼料の給与水準が3か月齢で
離乳した黒毛和種去勢育成牛の発育に及ぼす影響

杉本昌仁・佐藤幸信・寒河江洋一郎

濃厚飼料の給与水準が、黒毛和種去勢育成牛の発育および飼料摂取量に及ぼす影響について検討した。供試牛として、3か月齢で離乳した15頭の去勢育成牛を用いた。試験処理として、濃厚飼料の給与水準で3つの区を設けた。すなわち、日本飼養標準から算出したDG0.9kgに要するTDNの95%に相当する量の濃厚飼料を給与する区(HC)、同じく70%に相当する量の濃厚飼料を給与する区(MC)、45%に相当する量を給与する区(LC)とした。各区にそれぞれ5頭ずつ配置し群飼した。乾草は自由摂取とした。乾草と濃厚飼料は別々に給与した。試験期間は9か月齢までの6か月間とした。

濃厚飼料割合を高めると乾草の摂取量は低下する傾向にあった。乾物摂取量(DMI)はLCが低くなる傾向にあった。濃厚飼料摂取量は、HCが65.3gDM/BW^{0.75}、MCが50.7gDM/BW^{0.75}、LCが32.5gDM/BW^{0.75}であった。平均日増体量(ADG)は、HCが0.99kg、MCが0.99kg、LCが0.87kgであった。ADGはLCで低くなる傾向にあった。試験終了時(9か月齢)における供試牛の皮下脂肪厚は、HCが1.0cm、MCが0.6cm、LCが0.5cmとなり、HCで有意に厚くなった(P<0.01)。反芻胃内容液のpHに区間差は認められなかった。濃厚飼料の給与水準が高まるにつれて反芻胃内溶液の酢酸割合が低下し(P<0.01)、プロピオン酸の割合は増加した(P<0.01)。LCでは酪酸のモル比が低くなる傾向にあった。血漿グルコースはLCで低く推移した。インスリン含量はHCで高くなる傾向にあった。

以上の結果から、LCからMCへ濃厚飼料の給与水準を高めると発育は向上し、DMIも増加するものと考えられたが、HCまで高めても発育の向上は認められず、むしろ脂肪蓄積を促すことが示された。したがって、育成期に給与する濃厚飼料の給与水準は本試験のMCレベル、すなわち約50gDM/BW^{0.75}/dayが適当であると考えられた。

緒 言

肉用牛では5~6か月齢まで授乳していることが一般的に行われてきた²⁰⁾。日本飼養標準²⁰⁾でも体重150kg、すなわち約5か月齢までは母牛が授乳していることを前提に要求量が示されている。しかし、採食行動や体重当たりの乾物摂取量から離乳日齢の影響をみた場合、90日齢(3か月齢)以降の子牛では差がなくなり、この時期から離乳が可能になることをSEKINE et al.²⁰⁾が報告している。また最近、90日齢で離乳した交雑種の肉用子牛は、152日齢離乳および215日齢離乳の子牛よりも発育や飼料効率が高かったことをMYERS et al.¹⁹⁾が報告した。人工哺乳の場合では、人工乳の摂取量が離乳の目安とされており²⁰⁾、固形飼料への馴致が十分に離乳前の発育が正常であれば、肉用種子牛は3か月齢で離乳し育成することができると考えられる。

離乳後の育成期には、乾草などの粗飼料を自由採食とし、濃厚飼料は定量給与とするのが一般的である。濃厚飼料の給与レベルは離乳後の発育や乾物摂取量を左右するといわれているが²²⁾、3か月齢程度の早期離乳した黒毛和種子牛の育成期に給与する濃厚飼料水準が摂取量や発育に及ぼす影響を検討した報告例はほとんどみられない。

そこで本試験では、育成期に給与する濃厚飼料水準

が3か月齢で離乳した黒毛和種去勢牛の発育に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

(1)供試牛および試験処理

3か月齢で離乳した黒毛和種子牛15頭を供試した。親子を分離後2週間は離乳期間とし、その後試験処理を開始した。なお試験処理開始後2週間、すなわち4か月齢までは、試験処理への馴致期間とみなした。試験処理として、日本飼養標準²⁰⁾から算出した増体日量0.9kgに要するTDN量の95%に相当する量の濃厚飼料を給与する区(HC)、同じく70%に相当する量を給与する区(MC)、45%に相当する量を給与する区(LC)の3区を設け、それぞれの区に5頭ずつ配置した。試験期間は9か月齢までとした。去勢は、離乳の約2週間前に観血法で行なった。

(2)飼料および飼養方法

離乳後4か月齢までは、濃厚飼料として市販の人工乳を給与した。4か月齢以降は、同じく市販の育成用配合飼料を給与した。粗飼料はチモシー主体乾草を用い自由採食させた。乾草は約5cmに細切して給与した。水および固形塩も自由摂取とした。飼料給与は

9:30および16:00の1日2回とした。乾草と濃厚飼料は別々に給与した。残食量を毎朝記録し、給与量との差を摂取量とした。

試験期間中は屋外で群飼育とした。飼育場所には牛舎の屋外パドック(10.8m×6.3m)を利用し、シェルダーとしてカーフハッチを各区に3台づつ設置した。パドックの床はコンクリート製であった。

(3)調査項目および試料採取

体重は2週間隔で測定した。採血・反芻胃内容液採取・体尺測定は4週間隔で実施した。採血は頸静脈から行ない、フッ化ナトリウム加採血管に約2ml、血清分離剤加採血管に約9mlを採取した。フッ化ナトリウムを加えた血液は速やかに血漿を分離(3000rpm・5分)し、採取当日中にグルコース(Glu)含量を測定した。血清分離剤加採血管に採取した血液は、採取後37°Cのインキュベーター内に10~15分間放置してから血清を分離(3000rpm・15分)し、インスリン濃度(Ins)

Table 1. Chemical and nutrients composition of experimental diets

Item	Diet		
	Hay	Starter	Formula feed
Dry matter, % of FM	84.9	83.7	81.3
Organic matter, % of DM	93.0	95.5	93.8
Crude fat, % of DM	2.9	3.8	3.0
Neutral detergent fiber, of DM	71.2	30.1	33.7
Crude protein, % of DM	9.6	23.2	19.7
Total digestible nutrients, % of DM	62.7	90.8 ^a	87.3 ^a

^a Based on guaranteed value

血漿Gluは自動分析機(Beckman, CX7)で比色定量した。Insの定量には市販のキット(Boehringer Mannheim, エンチムンテストインスリン)を用いた。

反芻胃内容液のpHはガラス電極計(東亜電液工業, HM-30S)で、VFAはガスクロマトグラフィー(島津製作所, GC-5A)で測定した。NH₃-N濃度は、コンウェイの微量拡散法¹⁷⁾に従って測定した。

(5)衛生管理

離乳時にビタミンAD₃E剤(文永堂, AD₃E注; パルミチン酸レチノール:500,000IU/ml, コレカルシフェロール:75,000IU/ml, 酢酸トコフェロール:100mg/ml)を筋肉注射した。給与量は0.5ml/頭とした。ビタミンAに換算すると25万IUである。

試験期間中の健康状態は、毎日朝の飼料給与時に確認した。発咳・鼻水・食欲減退などの臨床症状が観察された場合は直腸温を測定し治療した。発熱があった場合は39.5°C未満になるまで毎日抗生物質の投与を行

の分析まで-30°Cで保存した。反芻胃内容液は経口採取した。二枚重ねのガーゼで濾過した後pHを測定し、揮発性脂肪酸(VFA)およびアンモニア態窒素(NH₃-N)の測定まで-30°Cで保存した。試験終了時に超音波測定器(スーパーアイミート, 富士平工業)による皮下脂肪厚(BFD)の測定を行なった。測定部位は、肩胛骨の後端部とした。

(4)試料分析

供試した飼料(乾草・人工乳・育成用配合飼料)は、成分組成を分析した。飼料成分の分析項目は、乾物(DM)・有機物(OM)・粗脂肪(CF)・中性デタージェント繊維(NDF)・粗タンパク質(CP)とした。分析は定法に従った⁹⁾。乾草については、めん羊による消化試験を実施し可消化養分総量(TDN)を測定した。人工乳および育成用配合飼料のTDN含量は、メーカー保証値を乾物含量で除して算出した。飼料の成分組成ならびにTDN含量を表1に示した。

った。1~2日で39.5°C未満になった場合でも最低3日間は抗生物質の投与を継続した。

(6)統計処理

データの統計的解析にはSAS²²⁾のGLMプロシジャを用いた。

発育のデータは、離乳時の値との間に相関が認められた場合、試験処理を要因とし、離乳時の値を補助変数とする共分散分析を行った²³⁾。相関がなかった場合は、試験処理を要因とする一元配置分散分析を行なった。各区の平均値の算出には、LSMEANSステートメントを用い、PDIFFオプションで平均値間の差の検定を行った。

群飼としたため、飼料摂取量についての統計的解析は行わなかった。

反芻胃内容液性状および血液成分値については、試験処理を1次因子とし月齢および試験処理×月齢の交互作用を2次因子とする分割区法²⁴⁾として解析した。

交互作用が有意でない場合、1次因子については平均値±標準誤差で示した。2次因子の月齢については、CONTRASTステートメントによる直交多項式へのあてはめを行い、1次および2次の回帰効果を検討した。交互作用が有意で月齢の進行にともなう変動パターンが試験処理間で異なると考えられた場合は、各月齢ごとに分散分析を行った。また、各処理ごとに直交多項

式へのあてはめを行い、月齢に対する1次および2次の回帰効果を検討した。なお、離乳期および馴致期のデータは除外し、4か月齢以降のデータを解析に用いた。交互作用が有意でも、月齢にともなう変動の方向が異なる場合は1次因子の主効果の評価が可能と見なした。

Table 2. Feed intake and feed conversion ratio in steers fed three levels of concentrate^a

Item	Treatment ^b		
	HC	MC	LC
Feed intake, gDM/BW ^{0.75}			
Concentrate	65.3	50.7	32.5
Hay	23.9	39.5	54.6
Total	89.1	90.3	87.2
TDN ^c intake, g/BW ^{0.75}	72.3	69.3	62.8
NDF ^d intake, g/BW ^{0.75}	38.6	44.9	49.7
CP ^e intake, g/BW ^{0.75}	15.5	14.1	11.8
Feed/gain, kgDM/kg	4.1	4.2	4.0

^a No statistical analysis for this data.

^b Treatment: three concentrate levels, approximately 95%(HC),70%(MC) and 45%(LC) of the estimated TDN requirement for 0.9kg daily gain.

^c Total digestible nutrients.

^d Neutral detergent fiber.

^e Crude protein.

Table 3. Growing performance in steers fed three levels of concentrate

Item	Treatment ^a						P
	HC		MC		LC		
	LSM ^b	SEM ^c	LSM	SEM	LSM	SEM	
Initial weight, kg	79.1	6.4	87.7	6.4	76.6	6.4	0.46
Initial age, d	92.8	2.5	96.0	2.5	90.8	2.5	0.37
Final weight, kg	245.7	14.7	252.2	14.7	222.0	14.7	0.34
Final age, d	260.8	2.5	263.0	2.5	258.8	2.5	0.52
Average daily gain, kg	0.99	0.06	0.99	0.06	0.87	0.06	0.28
Withers height change, cm	26.2	1.2	24.0	1.2	22.8	1.2	0.15
Chest girth change, cm	50.1	2.7	41.0	2.7	45.0	2.7	0.10
Belly girth change, cm	66.4	3.2	60.2	3.2	64.0	3.2	0.40
Weight/height ratio ^d	224.6	11.1	226.4	11.1	206.0	11.1	0.15
Belly/chest ratio ^e	166.8	6.8	175.3	6.8	155.4	6.8	0.29
Backfat depth ^f , cm	1.02 ^A	0.07	0.62 ^B	0.07	0.48 ^B	0.07	<0.01

^a Treatment: three concentrate levels, approximately 95%(HC),70%(MC) and 45%(LC) of the estimated TDN requirement for 0.9kg daily gain.

^b Least squares mean

^c Standard error of mean

^d Weight/height ratio was calculated as follows; body weight/withers height×100, used values obtained at the end of the experiment(9mo).

^e Belly/chest ratio was calculated as follows; belly girth/chest girth×100, used values obtained at the end of experiment(9mo).

^f Backfat depth was measured at the end of the experiment(9mo).

^{A,B} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly.

結 果

飼料摂取量を表2に示した。濃厚飼料摂取量はHCが最も高く、MC>LCの順に低下した。乾草ではLCが最も高く、MC>HCの順に低下した。粗飼料と濃厚飼料を合計した乾物摂取量(DMI)は、HCが89.1gDM/BW^{0.75}、MCが90.3gDM/BW^{0.75}、LCが86.5gDM/BW^{0.75}となった。LCではDMIが低下する傾向がみられた。濃厚飼料の給与水準が高い区ほどTDN摂取量およびCP摂取量は高く、NDF摂取量は低くなる傾向にあった。飼料要求率は、HCが4.1kgDM/kg、MCが4.2kgDM/kg、LCが4.0kgDM/kgであった。

供試牛の発育を表3に示した。離乳時における供試牛の平均体重は76.6~87.7kgであった。MCの平均体重がやや大きかったが有意ではなかった。試験終了時

体重は、統計的に有意ではないがLCが最も小さく、HCおよびMCとの差はそれぞれ24kgと30kgであった。平均日増体量(ADG)もLCで低くなる傾向にあった。試験期間中における体高および胸囲の発育は、HCで高くなる傾向にあった。腹囲の発育に区間差は認められなかった。試験終了時における「体重/体高比」はLCで小さくなる傾向にあったものの、その差は有意ではなかった。「腹囲/胸囲比」は、有意ではないがLCで小さくなった。BFDはHCが有意に厚くなった(P<0.01)。

反芻胃内容液性状を表4-(a)および表4-(b)に示した。プロピオン酸と酪酸のモル比および総VFA濃度では、試験処理×月齢の交互作用は有意ではなかった(表4-(a))。イソ酪酸とバレリアン酸のモル比は、交互作用が有意で月齢にともなう変動パターンが処理間で異なると考えられたため、各月齢ごとに値を示した

Table4-(a). Ruminal volatile fatty acids(VFA) concentration, ammonia nitrogen, molar proportions of VFA and serum insulin concentration in steers fed three concentrate levels^a.

Item	Treatment ^b						P	Contrast ^e	
	HC		MC		LC			Linear	Quadratic
	LSM ^c	SEM ^d	LSM	SEM	LSM	SEM			
Ruminal pH	6.6	0.1	6.8	0.1	6.7	0.1	0.36	<0.01	NS
Total VFA, mg/dl	6.6	0.2	6.6	0.2	6.9	0.2	0.46	NS	NS
Ammonia N, mg/dl	4.5	0.4	5.3	0.4	5.9	0.4	0.19	<0.01	<0.05
Molar proportions, %									
Acetate	60.4 ^c	0.7	64.6 ^b	0.7	69.6 ^a	0.7	<0.01	<0.05	NS
Propionate	24.0 ^a	0.9	19.4 ^b	0.9	16.6 ^b	0.9	<0.01	<0.01	NS
Butyrate	12.5	0.4	12.9	0.4	11.7	0.4	0.16	<0.05	NS
Isovalerate	1.0	0.1	1.1	0.1	0.7	0.1	0.07	<0.01	NS
Acetate/propionate ratio	2.7 ^c	0.1	3.4 ^b	0.1	4.2 ^a	0.1	<0.01	<0.05	NS
Serum insulin, μU/ml	46.5	11.1	25.5	11.1	14.8	11.1	0.19	<0.01	NS

^a A treatment × age interaction (P<0.05) was detected except for total VFA, molar proportions of propionate, butyrate and serum insulin; however, the nature of interactions did not preclude evaluation of main effects (change in magnitude of difference but not direction).

^b Treatment: three concentrate levels, approximately 95%(HC),70%(MC) and 45%(LC) of the estimated TDN requirement for 0.9kg daily gain.

^c Least squares mean

^d Standard error of mean (n=5)

^e Observed significance level for linear and quadratic effects of age.

^{A,B,C} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

(表4-(b))。他の項目は、交互作用が有意であったが変化の方向が同じであったため、主効果の評価が可能であるとみなした(表4-(a))。

pHには区間差がなかった。月齢に対する1次(P<0.01)の回帰が有意となった。総VFA濃度にも区間差はなかった。月齢に対する回帰は有意ではなく、ほ

ぼ一定で推移した。NH₃-NはHCからLCへと高くなる傾向にあったが統計的に有意ではなかった。月齢に対する1次(P<0.01)と2次(P<0.05)の回帰がともに有意となった。酪酸のモル比は、LCからHCへと有意に減少した(P<0.01)。また、月齢に対する1次の回帰(P<0.05)が有意となり、月齢にともなって直線的に上昇した。プロピオン酸のモル比は、HCが有意に高

Table4-(b). Changes in molar proportions of ruminal isobutyrate and valerate and plasma glucose concentration in steers fed three levels of concentrate with months of age^a.

Item	Treatment ^b						P	
	HC		MC		LC			
	LSM ^c	SEM ^d	LSM	SEM	LSM	SEM		
Isobutyrate								
Age	4 mo.	0.3 ^b	0.1	0.8 ^a	0.1	0.5 ^{ab}	0.1	<0.01
	5 mo.	0.6	0.1	0.5	0.1	0.7	0.1	0.54
	6 mo.	0.4	0.1	0.6	0.1	0.6	0.1	0.06
	7 mo.	0.7	0.1	0.7	0.1	0.6	0.1	0.47
	8 mo.	0.8	0.1	0.8	0.1	0.6	0.1	0.15
Contrast ^e	9 mo.	0.6	0.1	0.8	0.1	0.6	0.1	0.32
	Linear	<0.05		NS		NS		-
Quadratic	NS ^f		<0.5		NS		-	
Valerate								
Age	4 mo.	1.9 ^A	0.2	2.1 ^A	0.2	0.7 ^B	0.2	0.04
	5 mo.	1.2	0.2	0.1	0.2	0.9	0.2	0.18
	6 mo.	1.4 ^A	0.2	1.3 ^A	0.2	0.8 ^B	0.2	<0.01
	7 mo.	2.0 ^A	0.2	1.2 ^B	0.2	0.7 ^B	0.2	<0.01
	8 mo.	1.7 ^A	0.2	0.9 ^{AB}	0.2	0.8 ^B	0.2	0.01
Contrast ^e	9 mo.	1.3 ^A	0.2	1.0 ^B	0.2	0.7 ^B	0.2	<0.01
	Linear	NS		<0.01		NS		-
Quadratic	NS		NS		NS		-	
Plasma glucose								
Age	4 mo.	96.0 ^A	1.9	87.0 ^B	1.9	72.0 ^C	1.9	<0.01
	5 mo.	90.6 ^A	1.9	91.0 ^A	1.9	74.0 ^B	1.9	<0.01
	6 mo.	89.6 ^A	1.9	89.4 ^A	1.9	77.6 ^B	1.9	<0.01
	7 mo.	89.8 ^A	1.9	92.0 ^A	1.9	77.8 ^B	1.9	<0.01
	8 mo.	90.2 ^A	1.9	89.8 ^A	1.9	82.4 ^B	1.9	0.01
Contrast ^e	9 mo.	85.0	1.9	90.2	1.9	84.4	1.9	0.06
	Linear	<0.01		NS		<0.01		-
Quadratic	NS		NS		NS		-	

^a A treatment × age interaction (P<0.05) was detected.

^b Treatment: three concentrate levels, approximately 95%(HC),70%(MC) and 45%(LC) of the estimated TDN requirement for 0.9kg daily gain.

^c Least squares mean.

^d Standard error of mean (n=5).

^e Observed significance level for linear and quadratic effects of age.

^f No significance.

^{A,B} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

くなった(P<0.01)。1次の回帰(P<0.01)が有意となり、月齢にともない直線的に減少した。酪酸のモル比は、LCで低くなる傾向にあったものの統計的に有意ではなかった。また、月齢にともなう上昇(P<0.05)がみられた。イソバレリアン酸のモル比は、LCで低くなる傾向にあり、月齢とともに直線的に減少(P<0.01)した。「酪酸/プロピオン酸比(A/P比)」はHCからLCへと高くなった(P<0.01)。A/P比も月齢に対する1次の

回帰が有意となり(P<0.05)、月齢とともに上昇した。

イソ酪酸のモル比は、HCで月齢とともに上昇した(P<0.05)。MCでは、月齢に対する2次の回帰が有意となり、曲線的な変化を示した。LCでは、月齢による増減は見られなかった。4か月齢のMCで有意に高い値(P<0.01)を示したほかは、処理間に差が見られなかった。バレリアン酸のモル比は、5か月齢を除いてHCが高く推移した。MCでは、月齢に対する1次

の回帰 ($P<0.01$) が有意となり、月齢とともに減少した。HCとLCでは、そのような傾向は認められなかった。

血清中のIns含量は、試験処理×月齢の交互作用が認められなかった(表4-(a))。統計的に有意ではないが、LCからHCへと血中Ins含量は高まる傾向にあった。また、1次の回帰 ($P<0.01$) が有意となり、月齢とともに上昇した。Gluは試験処理×月齢の交互作用が有意となり、月齢の進行にともなう変動が区間で異なると考えられた。9か月齢時を除き、GluはLCで有意に低く推移した。HCでは1次の回帰 ($P<0.01$) が有意となり、月齢にともなう減少した。一方、LCも1次の回帰 ($P<0.01$) が有意となったが、こちらは月齢にともなう増加した。MCでは、月齢にともなう変動はみられなかった。

考 察

給与する飼料中の濃厚飼料割合やエネルギー含量は、ウシのDMIに影響することが知られている^{23,47,12,15)}。GOETSCH et al.⁷⁾は、バミューダグラス乾草自由採食条件下において、体重比1%を上限とする挽き割トウモロコシを育成牛に給与するとトウモロコシ1kgDMにつきDMIが0.54kg増加するとした。また、粗飼料割合が16%と8%の混合飼料という濃厚飼料割合の高い飼料ではDMIに差は生じなかったとの報告もある³⁾。NARUSE et al.¹⁰⁾は、黒毛和種の肥育において混合飼料のNDF含量が31%でDMIは最大になるとしている。これは、穀類など濃厚飼料割合が低い条件下では濃厚飼料の増加とともにDMIは増加するが、あるレベルを超えるとDMIは変わらないか、または減少することを示唆している。本試験では、摂取乾物中に占める濃厚飼料割合がLCで37.3%、MCで56.1%、HCでは73.5%であり、LCからMCへ濃厚飼料の給与水準を高めるとDMIは増加したが、MCからHCまで高めてもDMIは変化しなかった。

ウシの自由採食量は代謝体重(MBS)に比例する⁹⁾。HCからMCへ濃厚飼料の給与水準を下げて乾草の摂取量が補完的に増加しDMIは変わらなかったが、LCまで下げた場合、乾草摂取量がさらに増加しても濃厚飼料摂取の減少を補完しきれなくなりDMIは低下した。自由採食量は反芻胃内容物の通過および消失速度の影響を受けており¹⁰⁾、LCでは反芻胃の通過および消失速度が小さかったのではないかと推察される。これは、摂取飼料中の粗飼料割合が結果的に高まったことにより、反芻胃内での滞留時間が長くなったためだと思われる。以上のことから、黒毛和種去勢育成牛

のDMIを高く維持するためには、一定の濃厚飼料給与が必要であることが明らかとなった一方、必要以上に給与してもDMIは向上せずむしろ低下する可能性も示唆された。

AHARONI et al.¹¹⁾は、異なる飼料を給与したウシでME摂取量に差があったにもかかわらずADGは変わらなかったことを報告した。これは脂肪と筋肉へのエネルギー配分が異なることに起因すると考察している。本試験では、LCからHCへとTDN摂取量は有意に高まったが、MCとHCのADGに差はなく、したがってMCとHCでは脂肪と筋肉へのエネルギー配分が異なっていたことが推察される。すなわち、MCからHCへ濃厚飼料水準を高めてエネルギー摂取量を増やしても、増えたエネルギーは脂肪蓄積に利用され筋肉量の増加には寄与していない可能性が考えられる。LCではADGが低くなる傾向にあった。これは、TDNやCP摂取量が両区と比べて低すぎたために両区と比べて増体が抑えられた結果と考えられる。AHARONI et al.¹¹⁾は、エネルギー摂取量が低すぎる場合、脂肪蓄積に配分されるエネルギー量が減少するだけでなく、ADGも抑制されるとしている。エネルギー摂取量の減少にともなう増体の抑制は、筋肉量の増加に負の影響を与えることも示唆し、LCではこのような状態にあったのではないかと推察される。

LCからHCへと酢酸のモル比は低下し、プロピオン酸は上昇した。これはNARUSE et al.¹⁰⁾の報告と一致し、TDN摂取量の違いを反映したものと考えられる。酪酸の産生割合も濃厚飼料割合の増加とともに高まるといわれている²⁴⁾が、HCとMCでは差が見られず、LCでわずかに低くなる程度であった。イソ酪酸およびバレリアン酸は処理間で月齢にともなう変動パターンが異なるとみなされた。しかし、イソ酪酸やバレリアン酸は絶対量が極めて少ないことから、統計的に違いがあっても生物学的にはほとんど意味がないと考えられている⁸⁾。

反芻胃壁から吸収されたプロピオン酸の92%は糖新生の基質として使われる²⁴⁾。LCでGluが低かったのは、反芻胃内でのプロピオン酸産生量が低かったことによるものと思われる。HCのプロピオン酸モル比はMCより高かったが、Gluに差はなかった。詳細な原因は不明だが、脂肪蓄積が盛んに行なわれているウシでは、血中のGluが低下するという報告もある¹⁰⁾。MCと比べてHCでは脂肪組織におけるGluの代謝回転が高まっていたのではないかと推察される。

CP摂取量はLCからHCへと有意に増加したが、NH₃-N濃度は差はなかった。NH₃-Nが5 mg/dlで反芻胃内

の菌体増殖速度は最大になると報告されている²⁵⁾。本試験では、HCまで濃厚飼料の給与水準を高めると反芻胃内のNH₃-Nが低下する傾向にあった。CP摂取量が高かったにもかかわらずNH₃-Nが低下したのは、菌体増殖が活発で、NH₃-Nの消費が大きかったことによるものであろう。

ウシの皮下脂肪組織における脂肪蓄積はME摂取量に依存する²⁷⁾。また、血中Ins濃度と脂肪酸新生の間には正の相関があり¹⁰⁾、体脂肪量の多い羊ではInsが高いと報告されている¹⁴⁾。本試験では、MCやLCと比較してHCのTDN摂取量は有意に高く、血中Ins濃度は高く推移した。Insは同化作用に働く唯一のホルモンといわれており、Insが高く推移したHCでは、体脂肪の動的平衡は同化側に傾いていたことが推察される。すなわち、HCではMCやLCと比べて脂肪蓄積が亢進しており、BFDが有意に厚かったのはこの結果を反映したものであろう。

肥満したウシでは体重/体高比が大きくなることから、体重/体高比はウシの栄養状態を表す指標として利用されることがある¹¹⁾。HCとMCで体重/体高比に差はなかったが、これまでの考察からHCの方が脂肪蓄積は高まっていると考えられた。育成期には、脂肪蓄積による体重の増加よりも骨格や筋肉あるいは消化管の発達によって増体することが望ましい。したがってHCよりMCの方が、より適切な発育をしたと考えられる。LCではDMIが低く、他の区と比べて消化管の発達が遅れていたのではないかと考えられた。腹囲/胸囲比は消化管重量との相関が高いといわれており^{19,21)}、LCで腹囲/胸囲比が小さかったのは消化管の発達が遅れていたことを反映した結果であろう。LCで体重/体高比が小さかったのは、先に推察された筋肉量増加の遅れと合わせて消化管の発達が低かったことから説明され得る。

本試験の結果、LCからMCへ濃厚飼料の給与水準を高めるとDMIや発育は向上するが、HCまで高めても骨格や筋肉量の向上は期待できず、むしろ脂肪蓄積を促すことが示された。黒毛和種子牛の育成期における濃厚飼料の給与水準としてはMCレベルで十分だと考えられる。さらに、維持および増体に関するエネルギー要求量は代謝体重に比例する²⁰⁾ため、飼料の給与水準は代謝体重あたりの量で設定されるべきである。したがって、3か月齢で離乳した子牛に対する濃厚飼料の給与水準は、良質乾草を自由採食させる条件下ではおよそ50gDM/BW^{0.75}/dayとするのが適当だと推論される。

文 献

- AHARONI, Y., A. BROSH and Z. HOLZER: Effects of fill volume of diets on digestive tract kinetics and fattening pattern of growing Holstein-Friesian bull calves. *J. Anim. Sci.*, 73: 2418-2427 (1995)
- BROSH A., Y. AHARONI, D. LEVY and Z. HOLZER: Effect of diet energy concentration and of age of Holstein-Friesian bull calves on growth rate, urea space, fat deposition, and ruminal volume. *J. Anim. Sci.*, 73: 1666-1673 (1995)
- CALDERON-CORTES J.F. and R.A. ZINN: Influence of dietary forage level and forage coarseness of grind on growth performance and digestive function in feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 74: 2310-2316 (1996)
- CHASE Jr. C.C. and C.A. HIBBERD: Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *J. Anim. Sci.*, 65:557-566 (1987)
- FORBES, J.M.: The voluntary food intake of farm animals. Butterworth, London.UK.(1986)
- GILL, J.L.: Repeated measurement: Sensitive tests for experiments with few animals. *J. Anim. Sci.*, 63:943-954 (1986)
- GOETSCH A.L., Z.B. JOHNSON, D.L. GALLOWAY, L.A. SR. FORSTER, A.C. BRAKE Jr., W. SUN, K.M. LANDIS, M.L. LAGASSE, K.L. HALL and A.L. JONES: Relationships of body weight, forage composition, and corn supplementation to feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming bermudagrass hay ad libitum. *J. Anim. Sci.*, 69:2634-2645 (1991)
- HESS, B.W., L.J. KRYSL, M.B. JUDKINS, D.W. HOLCOMBE, J.D. HESS, D.R. HANKS and S.A. HUBER: Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endophyte-free fescue pasture: Effects on live weight gain, nutrient quality, forage intake, particulate and fluid kinetics, ruminal fermentation, and digestion. *J. Anim. Sci.*, 74:1116-1125 (1996)
- 自給飼料品質評価研究会 編: 粗飼料の品質評価ガイドブック. 初版. 6-14. 日本草地協会, 東京. (1994)
- 加納康彦・沢崎 徹・沢崎 坦・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(7): 397-401 (1976)
- 櫛引史郎・梅村和弘・寺田隆慶・林 孝. 放牧お

- よび舎飼期における肉用子牛の発育に対するパーム脂肪酸カルシウムの添加給与効果. 日畜会報, 68(10):983-986 (1997)
- 12) LOFGREEN G.P., J.R. DUNBER, D.G. ADDIS and J.G. CLARK: Energy level, in starting rations for calves subjected to marketing and shipping stress. *J. Anim. Sci.*, 41(5): 1256-1265 (1975)
- 13) MYERS S.E., D.B. FAULKNER, F.A. IRELAND and D.F. PARRETT: Comparison of three weaning ages on cow-calf performance and steer carcass traits. *J. Anim. Sci.*, 77: 323-329 (1999)
- 14) MCCANN J.P., M.B. ULLMANN, M.R. TEMPLE, T.J. REIMERS and E.N. BERGMAN: Insulin and glucose responses to glucose injection in fed and fasted obese and lean sheep. *J. Nutr.*, 116:1287-1297 (1986)
- 15) MCCOLLUM F.T. and M.L. GALYEAN: Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J. Anim. Sci.* 60: 570-577 (1985)
- 16) MOLLS S.E., R.P. LEMENAGER and L.A. HORSTMAN: Adipose tissue lipogenesis in growing steers adapted to different levels of feed intake. *J. Anim. Sci.*, 67: 3011-3017 (1989)
- 17) 森本 宏 監修: 動物栄養試験法. 第1版第1刷. 320-322. 養賢堂, 東京. (1971)
- 18) NARUSE M, H. KAJIKAWA, H. MORITA, K. HASHIBA, S. MARUYAMA, H. MORIMOTO, Y. MIURA, K. FUJITA, T. FUKU, M. AMARI, S. MASAKI, K. OZUTUMI and A. ABE: Relationships of dietary and ruminal characteristics to carcass traits in Wagyu steers. *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)*, 67:146-152 (1996)
- 19) NOON C.D., J.R. SEOANE and S.L. SCOTT: The use of corn and barley in diets for veal calves: Effects on performance, diet digestibility and carcass quality. *Can. J. Anim. Sci.* 78:351-358 (1998)
- 20) 農林水産省農林水産技術会議事務局 編: 日本飼養標準 (肉用牛). 1995年版. 110-118. 中央畜産会, 東京. (1995)
- 21) 大森昭一郎・川端麻夫・小林 剛・浜田龍夫・亀岡暄一: 子牛の腹囲測定の意義について. 畜試研報, 18:69-74 (1968)
- 22) 崎田昭三・宮園歴造: 子牛育成期間(4か月齢から9か月齢)中の給与飼料の相違がその後の発育および産肉性に及ぼす影響. 長崎畜試研報, 5:12-21 (1996)
- 23) SAS/STATソフトウェア ユーザーズガイド Ver6. 第1版第3刷. 569-603. SASインスティテュートジャパン, 東京. (1995)
- 24) 佐々木康之監修: 反芻動物の栄養生理学. 第1刷. 137-149. 195-211. 農文協, 東京. (1998)
- 25) SATTER L.D. and L.L. SLYTER: Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32:199-208 (1974)
- 26) SEKINE J, H.E.M. KAMEL, J. HAI, M. HOSOKAWA, R. OURA and M. HISHIMURA: Changes in the alimentary behavior and feed intake of Japanese black calves during the suckling period. *Anim. Sci. Technol. (Jpn)*, 68(11):1039-1044 (1997)
- 27) SMITH S.B., R.L. PRIOR, L.J. KOONG and H.J. MERSMANN: Nitrogen and lipid metabolism in heifers fed at increasing levels of intake. *J. Anim. Sci.*, 70:152-160 (1992)
- 28) 竹内 啓 監修: SASによる実験データの解析. 第1版第2刷. 253-266. 東京大学出版会, 東京. (1990)
- 29) 上坂章次 編著: 新編 和牛大成. 第4版. 183-189. 養賢堂, 東京. (1982)

Effect of Concentrate Level on Performance in Early Weaned Growing Wagyu Steers Fed Hay ad libitum

Masahito SUGIMOTO, Yukinobu SATO and Yoichiro SAGAE

Summary

Three levels of concentrate were evaluated for their effects on performance in beef steers during a 6 month growing trial. Fifteen Wagyu (Japanese Black) steers weaned at 3 months of age (initial BW approximately 80kg) were assigned to one of three treatments groups of 5 animals each. Treatment was at three concentrate levels; approximately 95%(HC), 70%(MC) and 45%(LC) of the estimated TDN requirement for 0.9kg daily gain, using values reported in the Japanese Feeding Standard. Steers were given ad libitum access to chopped hay. Diets were group fed.

Increasing concentrate level appeared to decrease hay intake. Concentrate intake was 65.3 gDM/BW^{0.75} (HC), 50.7 gDM/BW^{0.75} (MC) and 32.5 gDM/BW^{0.75} (LC), respectively. Dry matter intake in LC tended to be lower than HC and MC (87.2, vs. 89.1, and 90.3gDM/BW^{0.75}, respectively). Average daily gain (ADG) was 0.99kg(HC), 0.99kg(MC) and 0.87kg(LC), respectively. LC seemed to decrease ADG slightly. Back fat depth at the end of the experiment (9 months of age) in HC was higher (P<0.01) than MC and LC (1.0cm vs. 0.6cm and 0.5cm). Concentrate level did not affect ruminal pH. Increasing concentrate level decreased (P<0.01) ruminal acetate molar proportion, and increased (P<0.01) propionate. Molar proportion of butyrate in LC tended to be lower than HC and MC. Plasma glucose concentration in LC was lower than HC and MC. Increasing concentrate level tended to increase serum insulin concentration.

In conclusion, the present results suggested that increasing concentrate level LC to MC improves feed intake and performance of yearling growing steers, although increasing concentrate level to HC may not improve growth rate, and improve fat deposition. Therefore we recommend that beef steers should be given MC level concentrate, i.e. approximately 50gDM/BW^{0.75}/day, in the growing phase.

Key words : Growing beef steers, Early weaning, Concentrate level, Growing performance

育成期における粗飼料給与量がホルスタイン種去勢牛の飼料摂取量、発育、ルーメン内容液性状および枝肉成績に及ぼす影響

八代田千鶴・川本 哲・杉本昌仁・平井綱雄・小原潤子・松井義貴・及川 学・佐藤幸信・宮崎 元・草刈直仁

育成期における粗飼料給与量がホルスタイン種去勢牛の飼料摂取量、発育、ルーメン内容液性状および枝肉成績に及ぼす影響について検討した。3カ月齢の去勢牛6頭を供試した。8カ月齢までの育成期に、濃厚飼料を定量給与し粗飼料を自由採食させる粗飼料多給区（HAY区）と粗飼料を制限し濃厚飼料を自由採食させる濃厚飼料多給区（CONC区）の2処理を設定した。9カ月齢から20カ月齢までを肥育期とし、飼養管理は同一の処理とした。飼料摂取量、体重・体高・十字部高、ルーメン内容液性状および枝肉成績を調査した。

飼料摂取量は、育成期中はCONC区の方が有意に多かったが（ $P<0.01$ ）、肥育期では両区で差はなかった。育成終了時の体重および期間中の平均日増体量はCONC区の方が有意に高かったが（ $P<0.01$ ）、肥育期中の平均日増体量は差がなくなった。育成期におけるルーメン内容液のpHはHAY区の方が高く（ $P<0.01$ ）、総VFA含量はHAY区の方が少なかった（ $P<0.01$ ）。A/P比はHAY区では月齢の進行にともない、2.2から4.8まで増加したが、CONC区は1.0前後であった。枝肉重量はCONC区の方が大きかったが、バラ部厚およびロース芯面積は、HAY区の方が大きい傾向にあった。

育成期から濃厚飼料を多給した場合、粗飼料多給に比べ育成期中の発育がよく枝肉重量も大きい傾向にあったが、肉質は粗飼料多給の方が良い傾向にあった。

緒 言

乳用種を用いた肉牛生産の現場では、枝肉の販売価格を高めるために育成期から濃厚飼料多給による飼養が一般的に行われている。このような飼養方式は、枝肉重量を大きくし肉質を高めると考えられているが、一方では粗飼料を十分に給与しないため、ルーメンの異常発酵をきたし、肝膿瘍やルーメンパラケラトシスなどの疾病が発生することが指摘されている^{12,17)}。これらの疾病は、様々な合併症を併発し、屠畜・解体時に内臓が廃棄されることから経済的損失は大きいと言われている^{7,11)}。

このように育成期において濃厚飼料を多給し、粗飼料を十分に給与しない飼養方式では、育成期中の発育がよくても、肥育期中の疾病発生、ひいては枝肉重量や肉質に対しても悪影響を与える可能性がある⁹⁾。これに対し、放牧を取り入れた方式^{2,3)}や、代償性発育

を期待して、肥育前期に粗飼料を多給する方式^{6,8,13,19,20)}など様々な粗飼料多給方式が検討されてきた。しかし、濃厚飼料多給方式と同一月齢で同一体重に仕上げるのが難しく、ほとんど取り入れられていないのが実状である。

粗飼料の給与不足による疾病を予防し、濃厚飼料多給方式と同程度の出荷時期を目的とした場合、粗飼料の利用は体重あたりの乾物摂取量が相対的に高い育成期において有効であると考えられる¹⁵⁾。

そこで本報告では、育成期における粗飼料給与量がホルスタイン種去勢牛の飼料摂取量、発育、ルーメン内容液性状および枝肉成績に及ぼす影響について検討した。

材料と方法

3カ月齢のホルスタイン種去勢牛6頭を供試した。8カ月齢までを育成期とし、濃厚飼料を定量給与し粗

Age(months)		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
HAY	HAY	ad lib.							10% of concentrate feed											
	Conc.	3kgFM/day							ad lib. (110% of consumption on previous days)											
CONC	HAY	0.4kgFM/day				0			10% of concentrate feed											
	Conc.	ad lib.							ad lib. (110% of consumption on previous days)											

Figure 1. Feeding schemes for two treatment groups.

HAY: Roughage ad lib., CONC: Roughage restriction during growing period
Growing period: 3 to 8 mo., Fattening period: 9 to 20 mo.

飼料を自由採食させる粗飼料多給区（HAY区）と粗飼料を制限し濃厚飼料を自由採食させる濃厚飼料多給区（CONC区）の2処理を設定し、それぞれ3頭ずつ配置した。処理ごとの給与パターンは図1に示した。9カ月齢以降は両区とも同じ処理とし、濃厚飼料は前日の110%、乾草は濃厚飼料の10%量を給与した。供試牛は20カ月齢で屠畜・解体した。枝肉重量・ロース芯面積・バラ部厚・皮下脂肪厚・牛肉色基準・牛脂肪交

雑基準の評価は、日本食肉格付協会の数値を用いた。

チモシー主体一番刈り乾草を粗飼料として用いた。乾草は、約5cmに細切して給与した。濃厚飼料は市販の肥育用配合飼料を用いた。3~7カ月齢までは「前期用配合飼料」を、7~13カ月齢までは「後期用配合飼料」を、13カ月齢から肥育終了までは「仕上げ用配合飼料」を給与した。乾草および濃厚飼料3種類の成分組成を表1に示した。

Table 1. Chemical composition of experimental diets

	Hay ¹	Conc. I ²	Conc. II ²	Conc. III ²
Dry matter, % of FM	84.9	87.0	86.8	86.5
Organic matter, % of DM	93.0	92.0	89.6	89.6
Crude protein, % of DM	9.6	16.1	13.8	11.6
Ether extract, % of DM	2.9	1.7	2.3	2.3
Fiber, % of DM	71.2 ³	8.0 ⁴	10.4 ⁴	10.4 ⁴
Total digestible nutrients, % of DM	62.7	83.9	87.6	87.9

¹ Chemical analysis

² Guaranteed value

³ Neutral detergent fiber

⁴ Crude fiber

Conc. I: 2 to 7mo.

Conc. II: 7 to 13mo.

Conc. III: 13 to 20mo. (monensin added)

供試牛は、屋外パドック付きのペンで一頭ずつ個別に飼養した。ペンおよびパドックの床はコンクリート製で、面積は、ペンが11.5m² (3.2m×3.6m)、パドックが14.4m² (3.2m×4.5m)であった。ペンの敷料としてオガクズを用いた。飼料給与は1日2回、9:30および16:00とし、乾草と濃厚飼料は別々に給与した。朝の飼料給与時に前日の残食量を記録した。1カ月間隔で体重および体尺（体高・十字部高）を測定した。

育成期中の3・5・7カ月齢時に、ルーメン内容液をルーメン穿刺で採取した。採取は、9:30の飼料給与前に行った。pHはガラス電極計（東亜電波工業HM-305型）を用いて、揮発性脂肪酸（VFA）はガスクロマトグラフィー（島津製作所GC-15A型）により、それぞれ測定した。

統計解析は、SASのGLMプロシジャを用いた²¹⁾。ルーメン内容液性状は、試験処理を1次因子とし、試験処理×月齢の交互作用を2次因子とする分割区法として解析した。他のデータは、試験処理を要因とする一元配置分散分析を行った。結果は、平均値±標準誤差で表示した。

結果と考察

1. 飼料摂取量

試験期間中における飼料の乾物摂取量（DMI）を

表2に示した。育成期中の平均DMIは、HAY区の83.5gDM/BW^{0.75}に対して、CONC区では95.5gDM/BW^{0.75}と有意に高く（ $P<0.01$ ）、TDN摂取量もCONC区が有意に高かった（ $P<0.01$ ）。肥育期中の平均DMIは、HAY区およびCONC区でそれぞれ75.7、73.5gDM/BW^{0.75}で処理間に差はなかったが、乾草の摂取量はCONC区の方が有意に多かった（ $P<0.05$ ）。TDN摂取量に差は認められなかった。

育成期と肥育期を合わせた1頭あたりの通算飼料摂取量は、HAY区およびCONC区でそれぞれ乾草は615および387kg、濃厚飼料は3852および4307kgであった。HAY区はCONC区に比べて乾草が228kg多く、濃厚飼料が455kg少なかった。

粗飼料を多給した肥育方式は、濃厚飼料の節減効果がみられ、それにともない粗飼料摂取量が増加することが報告されている^{15,19,20)}。しかし、総DMIが増加するかは報告により異なっている^{15,16,19,20)}。粗飼料としてコーンサイレージを用いた大石ら²⁰⁾は、肥育前期に濃厚飼料を多給した牛では食い止まり現象が起こり、総DMIが減少することを報告している。本試験では育成期に粗飼料を多給した場合であるが、CONC区の肥育期中における総DMIは減少しており、大石ら²⁰⁾の報告と同様の結果となった。しかし、通算飼料摂取量は、HAY区およびCONC区でそれぞれ4467、4694kg

Table 2. Feed intake in steers fed two concentrate levels.

Item	Treatment ¹				P
	HAY		CONC		
	LSM	SEM ²	LSM	SEM ²	
n	3		3		
Growing period					
Dry matter, gDM/ BW ^{0.75}	83.5 ^b	1.2	95.5 ^a	1.2	<0.01
Hay, gDM/ BW ^{0.75}	31.0 ^a	0.7	5.7 ^b	0.7	<0.01
Concentrate, gDM/ BW ^{0.75}	52.5 ^b	1.3	89.8 ^a	1.3	<0.01
Total digestible nutrients, g/ BW ^{0.75}	63.9 ^b	1.0	79.4 ^a	1.0	<0.01
Fattening period					
Dry matter, gDM/ BW ^{0.75}	75.7	1.3	73.5	1.3	0.62
Hay, gDM/ BW ^{0.75}	5.3 ^b	0.1	6.7 ^a	0.1	0.01
Concentrate, gDM/ BW ^{0.75}	70.4	1.2	66.9	1.2	0.38
Total digestible nutrients, g/ BW ^{0.75}	65.1	1.1	62.9	1.1	0.55

¹ For definition, see Figure 1.

² Standard error of mean

^{a,b} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

となり、CONC区の方が多かった。これは、育成期においてHAY区では濃厚飼料が定量給与であったため、飼料摂取量の増加が抑えられたためと考えられる。

2. 発育

育成期および肥育期における発育成績を表3に示し

Table 3. Growing performance in steers fed two concentrate levels.

Item	Treatment ¹				P
	HAY		CONC		
	LSM	SEM ²	LSM	SEM ²	
n	3		3		
Growing period					
Initial body weight, kg	126.7	4.2	113.2	4.2	0.09
Final body weight, kg	289.0 ^b	4.6	341.7 ^a	4.6	<0.01
Average daily gain, kg	1.04 ^b	0.01	1.47 ^a	0.01	<0.01
Withers height change, cm	26.7 ^b	0.8	30.2 ^a	0.8	0.04
Hip height change, cm	25.9 ^b	1.2	32.7 ^a	1.2	0.02
Fattening period					
Initial body weight, kg	289.0 ^b	4.6	341.7 ^a	4.6	<0.01
Final body weight, kg	745.3	26.3	792.0	26.3	0.28
Average daily gain, kg	1.24	0.07	1.22	0.07	0.90
Withers height change, cm	22.3	1.6	21.6	1.6	0.79
Hip height change, cm	22.4	1.3	23.4	1.3	0.61

¹ For definition, see Figure 1.

² Standard error of mean

^{a,b} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

た。育成終了時の体重は、HAY区が289.0kg、CONC区が341.7kgでCONC区の方が有意に大きくなり(P<0.01)、肥育終了時もCONC区の方が大きい値であった。育成期中の平均日増体量(ADG)はHAY区の

1.04kgに対し、CONC区で1.47kgと有意に高かった(P<0.01)が、肥育期中は同程度の値であった。体高・十字部高の成長量も育成期はCONC区が有意に高かった(P<0.05)が、肥育期には差がなくなった。

岡田ら¹⁰⁾は、粗飼料主体で育成したホルスタイン種去勢牛に対して、肥育期に濃厚飼料を多給すると一時的な代償性発育がみられたと報告している。本試験でもHAY区の9~11カ月齢におけるADGは、育成期の1.04kgに対し、1.75kgと大幅に増加した。しかし、肥育期全体におけるADGはCONC区と同程度であり、若干の代償性発育はみられたものの、肥育終了時の体

重はCONC区より約50kg小さい値であった。これは、本試験においてHAY区における育成期間の濃厚飼料給与量が3kgFM/日と一定であり、発育に応じた増給を行っていなかったためと考えられる。濃厚飼料の給与方式を改善し、代償性発育を利用することにより、育成期に粗飼料を多給した場合でもより高い増体が望める可能性がある。

Table 4. Ruminal pH, molar proportions of volatile fatty acids (VFA) in steers fed two concentrate levels.¹

Item	Treatment ²				P	Months of age			Contrast ⁵	
	HAY		CONC			3	5	7	Linear	Quadratic
	LSM ³	SEM ⁴	LSM ³	SEM ⁴						
Ruminal pH	6.9 ^a	0.1	5.6 ^b	0.1	<0.01	6.2	6.4	6.1	0.91	0.53
Total VFA, mg/dl	5.0 ^b	1.3	10.9 ^a	1.3	<0.01	10.2	10.8	2.9	<0.01	0.03
Molar proportions, %										
Isobutyrate	0.98 ^a	0.2	0.29 ^b	0.2	0.03	1.2	0.3	0.4	0.03	0.14
Butyrate	5.4 ^b	0.8	8.8 ^a	0.8	<0.01	6.0	7.1	8.1	0.23	>0.99
Isovalerate	3.1	0.9	0.4	0.9	0.05	3.6	1.2	0.5	0.07	0.54
Valerate	0.7 ^b	0.3	3.1 ^a	0.3	<0.01	2.3	1.9	1.4	0.30	0.90

¹ A treatment × age interaction (P<0.05) was detected for total VFA; however, the nature of interactions did not preclude evaluation of main effects (change in magnitude of difference but not direction).

² For definition, see Figure 1.

³ Least squares means

⁴ Standard error of mean

⁵ Observed significance level for linear and quadratic effects of age.

^{a,b} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

3. ルーメン内容液性状

育成期中のルーメン内容液性状を表4および図2に示した。CONC区に比べ、HAY区のルーメン内容液のpHは有意に高く(P<0.01)、総VFA含量は有意に低かった(P<0.01)。また、月齢にともなう変動では1次(P<0.01)および2次(P<0.05)の効果が有意となり、5カ月齢から7カ月齢にかけての低下の程度が大きかった。

LEVENTINI⁹⁾は、飼料中の大麦添加量を多くするとVFA産生量が多くなりpHは下がるとしている。本試験でもCONC区のpHが低かったのは、総VFA濃度が高かったことによるものと考えられる。ルーメン内の繊維分解性細菌はpHに敏感で、6.2以下になると増殖が著しく抑制される¹⁰⁾。本試験のCONC区では、pHが5.6と低く、ルーメン内の繊維消化能が大幅に低下していたものと推察される。

イソ酪酸のモル比はCONC区に比べてHAY区が有意に高く(P<0.05)、月齢にともなって直線的に(P<0.05)減少した。酪酸のモル比はHAY区が有意に低かった(P<0.01)。イソバレリアン酸のモル比はHAY区の方が大きい傾向にあり、月齢にともなって減少する傾向が

みられた。バレリアン酸のモル比はCONC区がHAY区よりも有意に高かった(P<0.01)。酢酸・プロピオン酸のモル比および酢酸/プロピオン酸比(A/P比)は、試験処理×月齢の交互作用が有意となったため(P<0.05)、月齢にともなう変動パターンが試験処理間で異なるとみなされた。したがって、各月齢ごとに分散分析し、平均値の比較を行った。図2で示したように、ルーメン内容液における酢酸のモル比は、いずれの月齢においてもHAY区の方がCONC区に比べて有意に高く(P<0.05)、プロピオン酸のモル比は有意に低かった(P<0.05)。HAY区のA/P比はCONC区よりも有意に高く(P<0.05)、また月齢にともない2.2から4.8まで増加したが、CONC区では育成期中を通して1.0前後であった。

濃厚飼料摂取量が多いほどプロピオン酸や酪酸のモル比は上昇する^{14,21)}といわれているが、本試験も同様の結果であった。ALBRO¹¹⁾は、濃厚飼料の給与によってイソ酪酸とイソバレリアン酸のモル比は上昇するとしているが、本試験では逆の結果となった。詳細な原因については不明であるが、摂取する濃厚飼料割合の程度によってこの傾向は異なるのかもしれない。しか

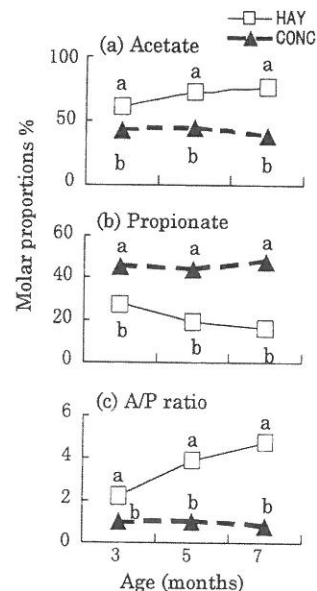


Figure 2. Molar proportions for VFA and acetate-propionate ratio in steers fed two concentrate levels. A treatment \times age interaction ($P < 0.05$) was detected. ^{ab} Least squares means with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Table 5. Carcass characteristics in steers fed two concentrate levels.

Item	Treatment ¹				P
	HAY		CONC		
	LSM	SEM ²	LSM	SEM ²	
n	3		3		
Carcass weight, kg	431.7	12.4	454.0	12.4	0.27
Dressing percentage, %	58.0	0.8	57.3	0.8	0.57
Longissimus muscle area, cm ²	44.7	1.8	41.3	1.8	0.25
Rib thickness	6.2	0.2	5.7	0.2	0.14
Subcutaneous fat thickness, cm	1.9	0.1	2.0	0.1	0.85
Beef color, BCS No.	4.3	0.2	4.0	0.2	0.37
Marbling score, BMS No.	2.3	0.3	2.3	0.3	1.00

¹ For definition, see Figure 1.

² Standard error of mean

^{ab} Least squares means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$). Yield grade by JMGA grader

大きくなり、皮下脂肪厚が薄くなることが報告されている¹³⁾。本試験では、育成期に粗飼料を多給した場合であるが、HAY区の方がロース芯面積は大きくなり、中島ら¹³⁾の報告とほぼ同様の結果となった。肉質で重要視されるBCS値¹³⁾と粗飼料給与量との関連は、本試験においては明確でなかった。

このように、粗飼料給与量と枝肉成績との間に何らかの関連性があることが推察された。今後、この点に

し、イソ酪酸やイソバレリアン酸などは絶対量が非常に少なく、統計的に差がみられても生物学的にはほとんど意味はないと考えられている⁴⁾。

LEVENTINI⁹⁾は、A/P比とルーメン内飼料片粒子の通過速度がパラレルの関係にあると報告した。一方McCOLLUM¹⁰⁾は、乾草に綿実粕を添加することによってA/P比は低下するがDMIおよびルーメン内飼料片の通過速度は速くなるとしている。本試験では、粗飼料給与量の多かったHAY区の方がA/P比は高かったが、CONC区の方がDMIは多くなり、McCOLLUM¹⁰⁾の報告と同様の傾向が見られた。

4. 枝肉成績

枝肉成績を表5に示した。枝肉重量は、肥育終了時に体重の大きかったCONC区の方がHAY区より約20kg大きかった。枝肉歩留は、HAY区で57.9%、CONC区で57.3%と両区でほぼ同程度であった。パラ部厚およびロース芯面積は、HAY区の方が大きい傾向にあった。皮下脂肪厚に差はなかった。牛肉色基準(BCS)値は、CONC区4.0、HAY区4.3であり、両区でほとんど差はなかった。牛脂肪交雑基準(BMS)値は同じであった。

肥育前期に粗飼料を多給した場合、ロース芯面積が

関して検討する必要がある。

以上のことから、育成期に粗飼料を多給した場合、濃厚飼料多給方式に比べ発育は若干劣るが、枝肉成績は良くなる傾向がみられた。また、肥育期ではHAY区の方がCONC区よりも飼料摂取量は多い傾向にあり、代償性発育をうまく利用すればCONC区と同一体重に達することが可能であると推察された。今後は、

育成期において十分な粗飼料を給与する一方、増体に合わせた濃厚飼料給与を検討する必要があると考えられる。

文 献

- ALBRO, J.D., D.W. WEBER and T. DELCURTO: Comparison of whole, raw soybeans, extruded soybeans, or soybean meal and barley on digestive characteristics and performance of weaned beef steers consuming mature grass hay. *J.Anim.Sci.*, 71:26-32(1993)
- 畦地啓輔・正田傳培・山懸三男・三谷千寿: 低コストによる乳用種去勢牛の肥育試験. 鳥取畜試研報, 18:19-27(1983)
- 久保田義正・高崎宏寿・金井秀明・小林惣平・荒智: ホルスタイン種去勢牛の肥育期における自給飼料給与の差が発育及び肉質に及ぼす影響. 肉用牛研究会報, 58:62-67(1994)
- HESS, B.W., L.J. KRYSL, M.B. JUDKINS, D.W. HOLCOMBE, J.D. HESS, D.R. HANKS and S.A. HUBER: Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endphyte-free fescue pasture: Effects on live weight gain, nutrient quality, forage intake, particulate and fluid kinetics, ruminal fermentation, and digestion. *J.Anim.Sci.*, 74:1116-1125(1996)
- 日高 智・岩谷 渡・松長延吉・左 久: 肝臓病および合併症がホルスタイン種去勢肥育牛の枝肉格付成績に及ぼす影響. 北海道畜産学会報, 39:25-30(1997)
- 板倉福多郎・近藤郁夫・高橋昭彦: 乳用種去勢牛の肥育における粗飼料の効率的な給与方法(第1報). 愛知農総試研報, 16:332-338(1984)
- 石井忠雄: 肉用牛の肥育技術の現状と屠畜検査成績等から見た問題点. 畜産の研究, 46:1181-1188(1992)
- 伊藤徹三・阿部 悟・木部文夫・渡辺耀一: 粗飼料多給による乳用雄牛の肥育試験. 新潟畜試研報, 6:5-15(1985)
- LEVENTINI, M.W., C.W. HUNT, R.E. ROFFLER and D.G. CASEBOLT: Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. *J.Anim.Sci.*, 68:4334-4344(1990)
- McCOLLUM, F.T. and M.L. GALYEAN: Influence of cottonseed meal supplementation on voluntary intake, rumen fermentation and rate of passage of prairie hay in beef steers. *J.Anim.Sci.*, 60:570-577(1985)
- 元井霞子: 肉用牛の肝臓病 その炎症生化学的動態と診断法を中心として. 獣医学:152-166(1988)
- 元井霞子: 肉用牛における生産病. 臨床獣医, 7(6):21-28(1989)
- 中島啓介・後藤 治・福田憲和: 乳用種去勢牛の良質肉安定生産技術. 福岡農総試研報, C-13:1-4(1994)
- NARUSE, M., H. KAJIKAWA, H. MORITA, K. HASHIBA, S. MARUYAMA, H. MORIMOTO, Y. MIURA, K. FUJITA, T. FUKE, M. AMARI, S. MASAKI, K. OSUTSUMI and A. ABE: Relationship of dietary and ruminal characteristics to carcass traits in wagyu steers. *Animal Science and Technology (Jap.)*, 67:146-152(1996)
- 西邑隆徳・佐藤幸信・齊藤利朗・裏 悦次: ホルスタイン種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. 新得畜試研報, 17:41-51(1990)
- 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(1974)
- 小原嘉昭・元井霞子・林 光昭: 濃厚飼料多給肥育牛の第一胃内恒常性の維持と破綻. 栄養生理研究会報, 26(1):49-70(1982)
- ØRSKOV, E.R.: Protein nutrition in ruminant. 20-21. ACADEMIC PRESS. LONDON(1982)
- 大石登志雄・上野 繁・竹原 誠・藤島直樹・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. 乳用種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-4:14-20(1984)
- 大石登志雄・竹原 誠・藤島直樹: 粗飼料多給による肥育技術. 第4報. ホールクロップサイレージの給与期間が乳用種去勢牛の肥育に及ぼす影響. 福岡農総試研報, C-5:12-18(1985)
- 佐々木康之 監修: 反芻動物の栄養生理学. 第1刷. 394-396. 農文協, 東京.(1998)
- SAS/STAT: ソフトウェア ユーザーズガイド Ver 6 第1版第3冊. 569-603. SASインスティテュートジャパン, 東京.(1995)

Effect of roughage level given during growing period on feed intake, growing performance and carcass quality in Holstein steers.

Chizuru YAYOTA, Satoshi KAWAMOTO, Masahito SUGIMOTO, Tsunao HIRAI, Junko KOHARA, Yoshitaka MATSUI, Manabu OIKAWA, Yukinobu SATO, Hajime MIYAZAKI and Naohito KUSAKARI

Summary

Six Holstein steers of 3 mo. age were used to evaluate the effect of roughage level given during growing period on feed intake, growing performance and carcass quality. Steers were randomly assigned to one of two treatments for 8 mo., in which time steers were fed 3 kg FM /d concentrate and chopped hay *ad lib.* (HAY), or fed concentrate *ad lib.* and 0.4kg FM/d chopped hay (CONC).

After 8 mo. age, all steers were fed the same diet until 20 mo. as a fattening period, then slaughtered and investigated for carcass quality. The data were recorded monthly for feed intake, body weight, withers height and hip height. Fluid taken from the rumen was measured for its pH immediately and analyzed for volatile fatty acids (VFA).

Body weight at 8 mo., average daily gain and feed intake were significantly higher in CONC than HAY during growing period ($P < 0.05$). However, there was no difference in average daily gain during fattening period between treatments. In rumen fluid, pH was significantly higher and total VFA concentration was lower in HAY than CONC ($P < 0.05$). The acetate-propionate ratio (A/P) in HAY increased from 2.2 to 4.8 as adding age, although it was almost fixed (app. 1.0) in CONC. Carcass weight was less in HAY than CONC. Longissimus muscle area and rib thickness, however, tended to be larger in HAY.

It was suggested that steers fed roughage *ad lib.* during growing period tended to have a higher carcass quality despite of carcass weight being less than steers fed concentrate *ad lib.*.

Key words: Growing Performance, Holstein Steers, Roughage Restriction

過リン酸石灰添加による牛ふん尿の堆肥化過程におけるアンモニア揮散抑制

湊啓子・田村忠・前田善夫

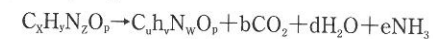
牛ふん尿の堆肥化過程で発生するアンモニアの揮散を抑制するために、過リン酸石灰(過石)添加の効果を検討する3つの試験を実施した。試験1では牛ふん尿オガクズ混合物に過石を添加し、その300gを培養したところ、2.5%以上の添加でpHは7以下に低下し、アンモニアの揮散は顕著に抑制された。試験2では180kgの牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物(水分64%)に過石を2%および5%添加して堆積した。過石添加により堆肥化期間中pHはおおむね7以下に押さえられ、発酵は抑制された。試験3では牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物に過石を約2%添加して実用規模(約6t)で堆積し、発酵させた。過石添加により堆肥化期間中pHは7~8と無添加区よりも0.5~1.5ポイント低く推移し、アンモニア揮散量は顕著に抑制された。発酵温度は無添加区との間に大きな差は見られなかった。

アンモニア揮散を抑制し、発酵を維持するためにはpHを7~8程度に保つことが必要であり、この場合の過石の添加量は2%程度であることが示唆された。

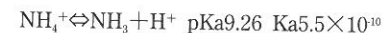
緒言

家畜ふん尿の堆肥化過程ではふん尿中の有機態窒素や尿素等の分解により多量のアンモニアが発生する。このアンモニアは強い刺激臭を持つ悪臭物質であると同時に、揮散したアンモニアは雨水とともに降下し土壌酸性化の原因物質となる。また肥料成分の損失防止の観点からもその揮散抑制の意義は大きい。そのため、堆肥化過程やスラリーの貯蔵、散布時におけるアンモニア揮散に関する研究^{3,6,8)}がさかんに行われている。

有機物中の窒素化合物は以下のように分解して分子量の小さい物質となり、同時にアンモニアと二酸化炭素を生ずる。



ここで生じたアンモニアは水に溶けて NH_4OH となる。水溶液中の NH_4^+ は NH_3 との間に以下の平衡関係がある⁷⁾。



すなわち、 NH_4^+ はpH7程度から一部が NH_3 となり、pH9.26で等量存在し、11以上になるとほとんどが NH_3 となる。牛ふんや牛尿は、排泄直後は中性であるが、窒素化合物の分解により NH_4OH が生成されpHはしだいに高まる。pHが高まると堆肥中の NH_4^+ は NH_3 になって揮散する。牛貯留尿にリン酸、蟻酸、過リン酸石灰を添加しアンモニア揮散を抑制した報告⁹⁾や、牛液状厩肥に正リン酸を添加することで散布中のアンモニア揮散率が15%低下したという報告がある⁵⁾。したがって、堆肥化過程でのpH上昇を制御することによりアンモニアの揮散の抑制が可能であることが考えられ

る。

過リン酸石灰($Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ と $CaSO_4$ の混合物、以下過石と略記)は酸性質の肥料であり、その添加によりpHを低下させ、アンモニア揮散の抑制に有効であると考えられる。しかし、その添加量についての報告はほとんどない。

本試験では適切な添加量の設定、および発酵に及ぼす影響を検討することを目的として次の3つの試験を実施した。

材料および方法

試験1. 過石添加量とアンモニア揮散抑制効果の検討

牛ふん尿オガクズ混合物(ふん:尿:オガクズを重量比で3:1:1の割合で混合、水分56.2%)に過石を重量比で0%(C区)、2.5%(P2.5区)、5%(P5区)および10%(P10区)添加し、その300gを1.5ℓ容のガラス製褐色広口瓶に充填し40℃の恒温水槽内で21日間培養した(図1)。培養開始9日目および12日目に混合物の入った瓶を振り内容を攪拌した。培養期間中は1時間のうち5分間、0.3ℓ/分の流量で通気を行った。通気によって押し出された空気を4%ホウ酸に導き、揮発性塩基態窒素を捕集した(図1)。このホウ酸溶液をメチルレッドを指示薬として0.1N硫酸で滴定したものを NH_3 揮散量とした。 NH_3 揮散量の測定は24時間ごとに行った。他に培養開始時および終了時の各混合物のpH、終了時混合物中アンモニア態窒素(NH_4-N)および硝酸態窒素(NO_3-N)含量を測定した。pHは未風乾試料100gに蒸留水300mlを加え攪拌し、30分後にガラス電極法に

より測定した。NH₄-NおよびNO₃-Nは100gの未風乾試料を300mlの10%KCl溶液により抽出し、自動分析装置(Aquatec Auto Analyzer; Tecater co. ltd.)により定量した。

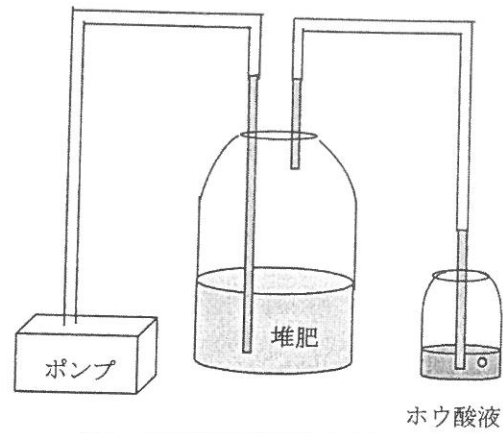


図1. NH₃揮散量測定装置 (試験1)

試験2. 過石添加量の違いが発酵に及ぼす影響

肉用牛肥育牛舎から排出された水分64%の牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物を供試材料とした。これに過石を重量比で0% (C区)、2%(P2区)および5%(P5区)添加し各180kgを容積0.6m³の断熱材製の箱形容器に充填し堆肥化した。P2およびP5区はC区の1日後に堆肥化を開始した。堆積期間は54日間とし、その間に切返しを3回(C区は堆積後13、27、39日目、P2およびP5区は12、28、40日目)行った。試験開始時・終了時および各切返し時に総重量を計量し、十分に混合して分析試料を採取した。これらの試料についてpH、水分含量、有機物含量、全窒素(TN)およびNH₄-N、NO₃-N含量を測定した。TNはケルダール窒素とNO₃-Nの含量とした。水分含量は105℃恒量法、有機物含量は、乾物含量から灰分(600℃, 2時間の乾式灰化法により測定)を差し引いた値とした。堆積中心部の品温を温度センサー(熱電対)により4時間ごとに測定した。他の測定項目は試験1と同様の方法で測定した。各測定時の堆積物の全重量および有機物含量から有機物の分解率を算出した。

試験3. 実規模堆肥化における実証

過石2%添加堆肥(P区)と無添加堆肥(C区)をそれぞれ2回、5月2日(第1回目)と6月3日(第2回目)に堆積した。添加方法は肉用牛肥育牛舎において、牛房からの牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物の搬出作業前に、牛床上に過石を散布し、フロントロー

ダで搬出し、堆積した。堆積期間は、第1回目は28日間、第2回目は36日間とした。切返しは、第1回目は堆積14日目に、第2回目は10日目および25日目にショベルローダにより行った。供試した牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物の水分は第1回目、第2回目ともに55%前後のもので、TN含量は第1回目が1.9%、第2回目が3.2%であった。第2回目の供試材料は敷料の利用期間が第1回目より1週間長かったため、敷料に対するふん尿量が多く、TN含量は第1回目の約1.7倍であった。過石の添加量は第1回目、第2回目ともに牛床上の牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物量をおよそ6tと見積もり、その2%に当たる120kgとした。堆肥化期間中、堆肥の表面から深さ25cmの部位4箇所の品温を温度センサーで毎日測定した。品温は4カ所の測定値の平均値とした。毎日、堆肥の表面から20~30cmの深さの部位数カ所から堆肥を採取しよく混合したものを分析試料とし、pH、TN、NH₄-NおよびNO₃-N含量を試験2と同様の方法で測定した。また、分析試料の300gを採取後直ちに1.5lのガラス瓶に充填し、室温下で0.3l/分の通気を1時間行い、この間に揮散したNH₃を試験1と同様の方法で測定した。

結果および考察

試験1. 過石添加量とNH₃揮散抑制効果の検討

試験1における培養期間中のNH₃揮散量の推移を図2に、培養開始時および終了時のpH、培養期間中のNH₃総揮散量、終了時混合物中NH₄-N、NO₃-N含量を表1に示した。

培養開始時のpHはC区で8.6であったのに対し、P2.5区、P5区およびP10区ではそれぞれ6.9、6.5、5.9と、過石添加量が増すにつれ低下した。終了時では、C区は開始時と同様8.6、過石を添加した場合は開始時に比べ若干の上昇が認められたものの7.6以下であり、過石添加によるpH低下効果が認められた。NH₃揮散量はC区では培養開始後上昇し、8日目にピークを迎えその後減少、攪拌により再び上昇するという揮散パターンを示した(図2)。それに対し、過石を添加した場合は、P2.5区で培養8日目までに少量の揮散が認められた以外ほとんど揮散は認められなかった。NH₃の総揮散量(表1)はC区の398 N mgに対し、P2.5区、P5区およびP10区ではそれぞれ57.7、25.8、5.8 N mgとC区の1/6以下に抑制されており、2.5%以上の過石添加で十分なNH₃揮散抑制効果が見られた。

終了時の混合物中NH₄-N含量は過石の添加により増加する傾向がみられた。NO₃-Nの生成は過石の添加に

より抑制される傾向にあった。過石を添加した場合のNH₄-Nの蓄積は、混合物中で発生したNH₃がpHの低下により揮散せずに蓄積したものと考えられた。NH₃の総揮散量は過石の添加により300 N mg以上抑制されたのに対し、終了時混合物中NH₄-N含量は対照区と過石を添加した場合の間に約40 N mg以下の差しかなかった。このことから培養期間中の有機態窒素の無機化量自体が抑制されたことが推測され、過石添加によるNH₃揮散抑制効果は、pHの低下によるものだけでなく微生物活性の低下による無機化速度の低下も寄与している可能性が示唆された。

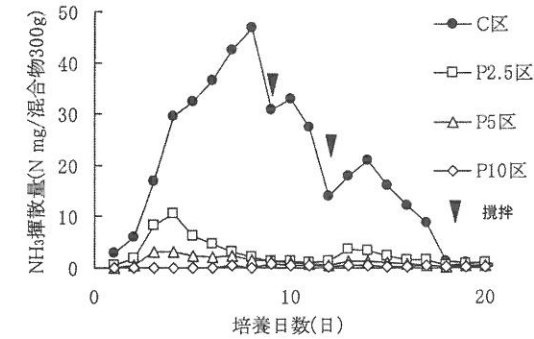


図2. 過石添加牛ふん尿オガクズ混合物の培養期間中NH₃揮散量の推移 (試験1)

表1 過石添加牛糞尿オガクズ混合物の試験開始および収量時pH、NH₃総揮散量、終了時混合物中NH₄-NおよびNO₃-N含量 (試験1)

試験区	pH		NH ₃ 総揮散量	終了時混合物中	
	開始時	終了時		NH ₄ -N	NO ₃ -N
	— N mg / 混合物300g—				
C区	8.6	8.6	398.3	19.5	0.68
P2.5区	6.9	7.6	57.7	33.8	0.66
P5区	6.5	6.7	25.8	40.2	0.25
P10区	5.9	6.4	5.8	56.0	0.00

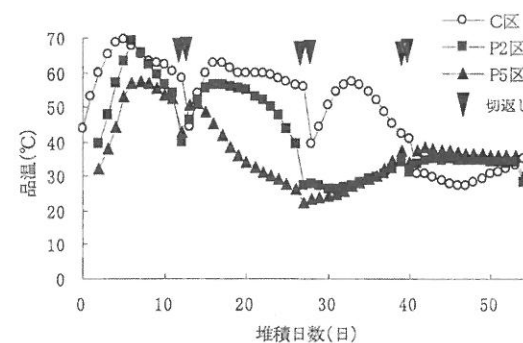


図3. 過石添加堆肥の品温の推移 (試験2)

試験2. 過石添加量の違いが発酵に及ぼす影響

試験2における品温の推移を図3に、有機物分解率の推移を図4に、pH、TN、NH₄-NおよびNO₃-N含量を表2に示した。

品温は各区とも堆積後速やかに上昇した。堆積後4~5日目に最高温度に達し、C区、P2区およびP5区の最高温度は各々70℃、69℃および58℃であった。切返し後、再び上昇するが、その程度は過石添加量が多くなるほど小さいものであった。3回目の切返し以降温度上昇はほとんどみられなかった。54日間の堆積期間中の有機物分解率はC区で25%であったのに対し、P2区で19%、P5区で13%であった(図4)。過石添加により品温、有機物分解率、ともに対照区より低く推移したことから過石添加により発酵が阻害されていることが明らかとなった。

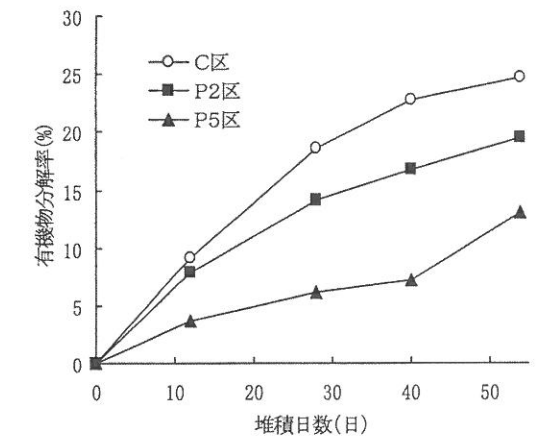


図4. 過石添加堆肥の堆肥化過程における有機物分解率の推移 (試験2)

一般に、堆肥化の反応速度はpH 8~10で最大であり、pHの低下とともに小さくなり、5以下でほとんどゼロとなる²⁾。堆積開始時のpHはC区で8.78であったのに対し、P2区およびP5区でそれぞれ6.92および6.21であった(表2)。したがって、過石を添加した場合の発酵の阻害はpHの低下が主要因であるものと推察された。また、これ以外に過石に含まれる硫酸イオンや、多量のNH₄-Nが微生物活性を阻害すること⁴⁾が要因として関与する可能性も考えられた。

堆肥化過程におけるNH₄-NおよびNO₃-N含量は、C区では堆肥化の進行にともないNH₄-Nが減少し、NO₃-Nが増加する傾向を示した。それに対し、過石を添加した場合はC区に比べ堆積期間中、NH₄-Nが高い値で推移し、特にP5区で顕著であった。また、P5区では堆積期間中NO₃-N含量が少なかった(表2)。多量のNH₄⁺は硝化菌の活性を著しく抑制する⁵⁾ので、P5区では

表 2 過石添加堆肥の堆肥化過程におけるpH、TN、NH₄-NおよびNO₃-N含量の推移 (試験 2)

試験区	堆積日数	pH	TN	-%有機物-	
				NH ₄ -N	NO ₃ -N
C区	0	8.78	1.32	0.11	0.00
	11	8.75	1.46	0.15	0.02
	27	8.35	1.49	0.11	0.03
	40	7.04	1.79	0.05	0.09
	54	6.88	1.88	0.00	0.12
P2区	0	6.92	1.28	0.14	0.05
	11	7.26	1.39	0.22	0.03
	27	7.14	1.40	0.21	0.03
	40	6.39	1.49	0.15	0.09
	54	6.23	1.59	0.14	0.10
P5区	0	6.21	1.31	0.19	0.04
	11	6.55	1.39	0.37	0.01
	27	6.84	1.33	0.44	0.00
	40	6.66	1.56	0.40	0.01
	54	6.31	1.50	0.41	0.01

NH₄-Nが堆肥中の硝化菌の働きを抑制したためにNO₃-Nの生成が少なかったものと考えられた。

試験 2 ではNH₃の揮散量は把握していないが、過石の添加量の多い区ほど堆肥中NH₄-N含量が高く推移しており、過石添加によるNH₃揮散抑制効果が推察される。しかしP5区ではその発酵が顕著に抑制されたことから、発酵の維持とNH₃揮散の抑制を両立するためには過石の添加は2%程度(添加時のpHとして7前後)が適当であることが示唆された。

この試験は1区当たりの堆積規模が180kgであり農家での堆肥化規模に比べて極めて小規模なものであった。堆肥化は堆積規模を大きくすると堆積層の厚みによる断熱・保温効果から微生物の反応速度が増大し高温発酵を持続する。したがって、堆積規模を大きくすることによって過石添加による発酵抑制作用が緩和されることが期待される。そこで、実用規模において過石添加によるNH₃揮散抑制効果と発酵に及ぼす影響を試験3で検討した。

試験 3. 実規模堆肥化における実証

試験 3 におけるpH、品温推移、採取試料からのNH₃揮散量、堆肥中NH₄-NおよびNO₃-N含量の推移を図5に示した。

pHはC区では第1回目、第2回目ともに9前後を推

移したのに対し、P区では第1回目は7~8の間を、第2回目は8前後を推移した(図5-B)。P区において第1回目より第2回目でpHが約0.5~1.0高い値を示したのは、敷料利用期間の違いから生じた供試材料の性状の違いによるものと考えられた。すなわち、第2回目の供試材料は敷料に対するふん尿量が多く、TN含量も1回目より約1.7倍高かった。過石添加量は第1回目、2回目同量であったため、ふん尿量に対する過石の添加割合が2回目で相対的に少なかったことが考えられる。このことがpHに影響したものと思われる。

品温はC区、P区ともに堆積後速やかに上昇し、第1回目では5日目前後に約65℃、第2回目では10日目前後に約60℃に達した後緩やかに低下し、2回目の切返し後に再び60℃以上に上昇し、良好な堆肥化が行われていた(図5-A)。P区の品温はC区に比べ若干低く推移したが、両区の間には大きな差は見られなかった。実用規模の堆肥化においては過石2%程度の添加によりpHが0.5~1.5程度低下しても、発酵温度には大きな影響を与えないことが明らかになった。

採取試料からのNH₃の揮散は、C区では試験開始後に増加、その後減少し、切返し後に再び増加、減少するというパターンを繰り返した(図5-C)。それに対し、P区ではNH₃の揮散はわずかであり、実規模においてもNH₃揮散抑制効果が確認された。

堆肥中NH₄-N含量は第1回目においては、C区では1000ppm程度から次第に減少したのに対し、P区では1500~2000ppm前後を推移した。第2回目においてはC区、P区ともに1500ppm前後を推移し両区に大きな差は見られなかった(図5-D)。NO₃-N含量は第1回目、第2回目ともに両区とも試験後半に増加する堆肥化特有の傾向を示した。P区ではC区に比べNO₃-N含量が若干低い傾向が見られ、多量のNH₄-Nが硝化を抑制したものと考えられた。また、P区のNO₃-N含量は第2回目で、第1回目のそれよりも約6~10倍高い濃度であった(図5-E)。

堆肥中NH₄-N含量が第1回目のP区においてC区に比べ高く推移したのは、NH₃揮散が抑制された結果を反映したものと考えられ、これは試験1、試験2と同様の傾向であった。第2回目では同様の傾向は見られなかったが、これは供試混合物のTN含量が高かったこと、また、ふん尿量に対する過石の添加割合が少なかったことによるものと思われる。

以上の結果から、実用規模の試験においても、過石の添加により発酵にともなうpH上昇を抑制し、NH₃の揮散抑制が可能であることが実証された。NH₃揮散を抑制し、かつ発酵を維持するためにはpHが7~8程

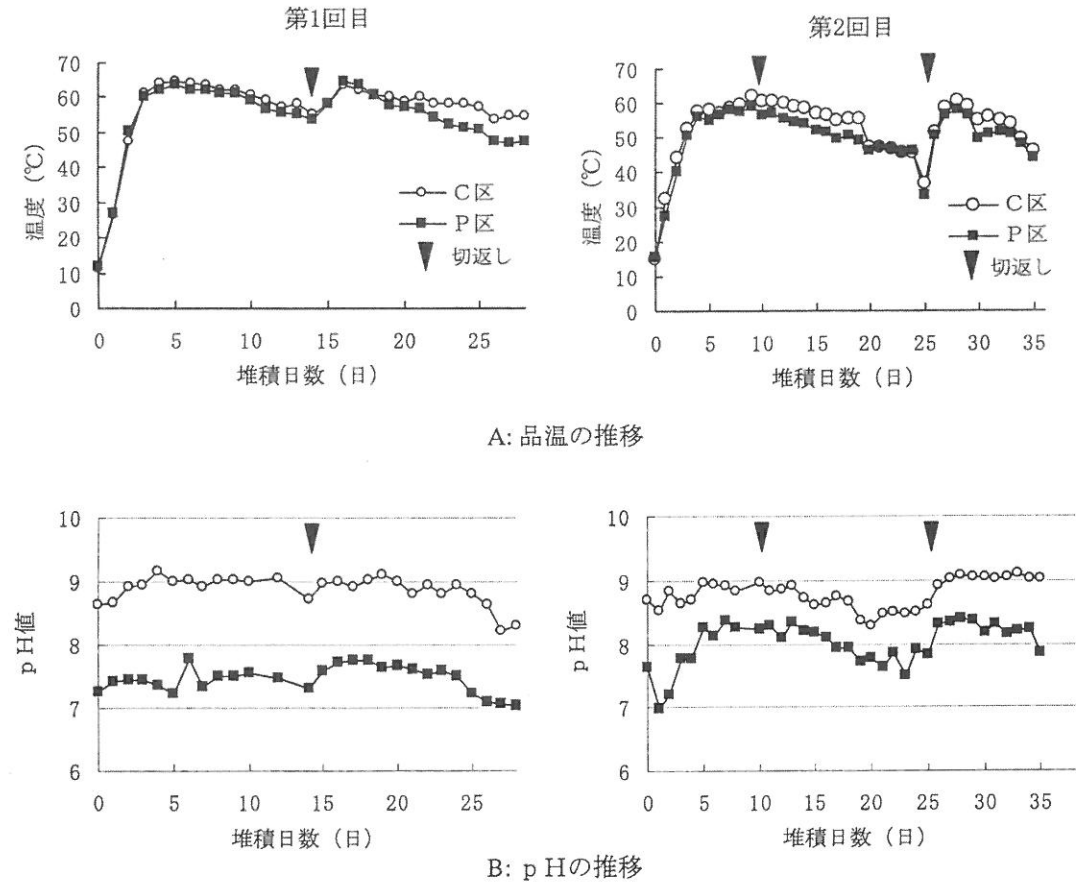


図 5. 実規模堆肥化における過石添加効果 (試験 3)

度に保たれるような過石の添加が必要であり、その添加量は約2%程度が適当であると示唆された。

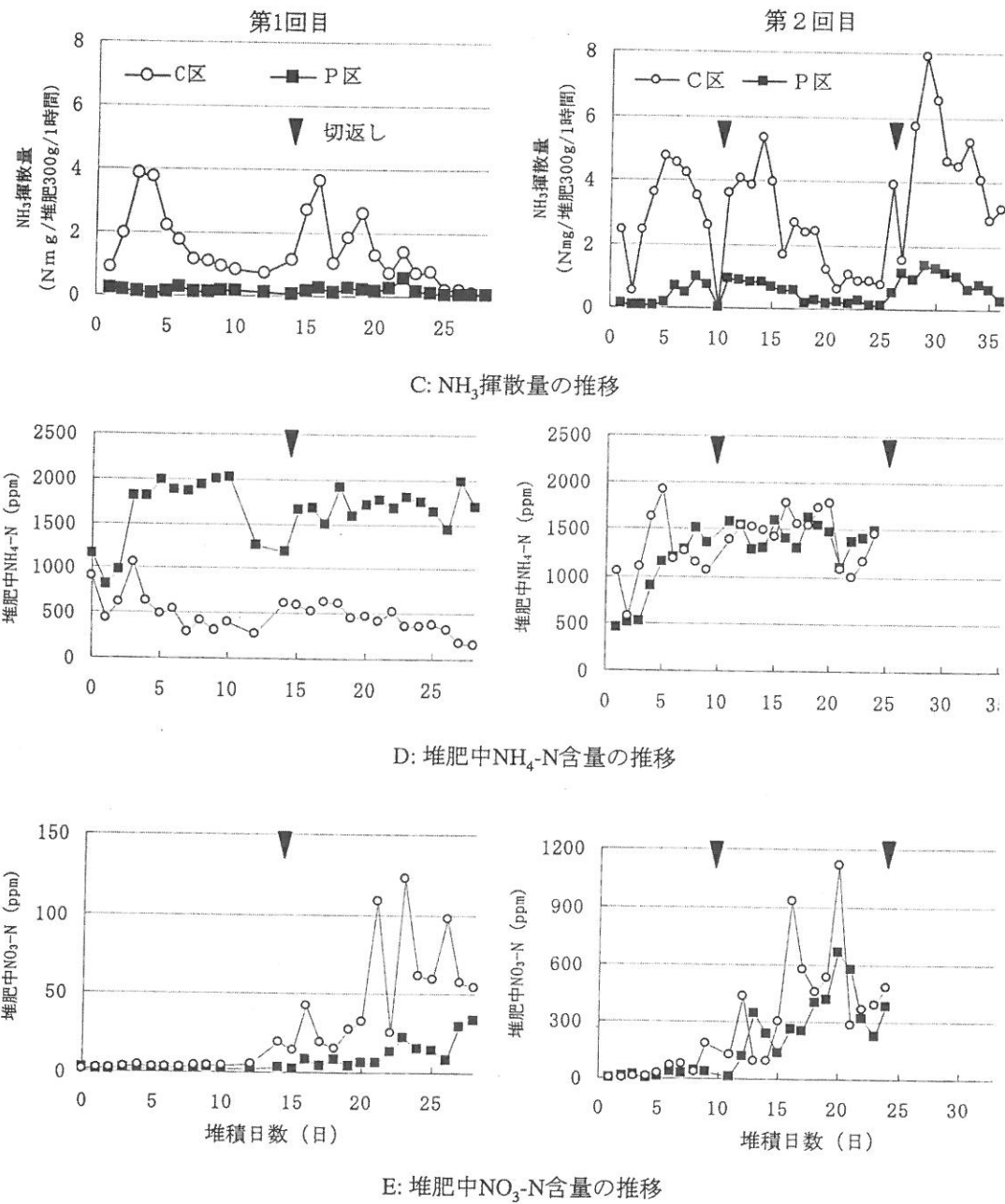


図5. 実規模堆肥化における過石添加効果 (試験3)

文 献

- 1) 土壤微生物研究会編：土の微生物.初版,362-368.博友社,東京.(1980)
- 2) 藤田賢二：コンポスト化技術.初版,67-68.技報堂,東京.(1993)
- 3) MARTINS,O. and T.DEWES：Loss of nitrogenous compounds during composting of animal wastes. Biores. Technol.,42:103-111(1992)
- 4) 松井三郎・高島正信：産業排水処理のための嫌気性バイオテクノロジー.初版,293.技報堂出版,東京.(1999)
- 5) 斎藤元成・木村武・倉島健次：圃場還元厩肥からのアンモニア揮散量の測定と酸添加による揮散の低減法. 草地試研報, 41: 1-9 (1989)
- 6) SOMMER,S.G.,B.T.CHRISTENSEN,N.E.NIELSEN and J.K.SCHJORRING：Ammonia volatilization during storage of cattle and pig slurry：effect of surface cover. J.Agric.Sci.,121:63-71(1993)
- 7) 田中稔：実験化学便覧.初版,441.共立出版,東京.(1975)
- 8) WILLERS,H.C., P.J.L.DERIKX, P.J.W.TEN HAVE and T.K.VIJI：Emission of ammonia and nitrous oxide from aerobic treatment of veal calf slurry. J.Agric.Eng.Res.,63:345-352(1996)
- 9) 山梨県酪農試験場：過石による牛尿のアンモニア発生抑制. 研究成果情報, 179-180(1996)

Reduction in the ammonia emission during composting of cattle manure through mixing with calcium superphosphate

Keiko MINATO, Tadashi TAMURA, Yoshio MAETA,

Summary

Three experiments were carried to reduce ammonia emission during composting of cattle manure through mixing with calcium superphosphate.

In Experiment 1, 300g of manure-sawdust mixture were mixed with calcium superphosphate at different rates and incubated. When the calcium superphosphate added was more than 2.5% of the manure sawdust mixture, then the pH value was maintained below 7 during incubation period and ammonia emission from the mixture was remarkably reduced.

In experiment 2, about 180kg manure-sawdust mixture (moisture content was 64%) were added at the rate of 0, 2 and 5 % and piled in the composting apparatus. Through the composting process, pH values of piles mixed with calcium superphosphate were below 7 and pile temperature shifted lower than the control treatment.

In experiment 3, the effect of 2% mixing of calcium superphosphate was inspected under composting of practical scale (about 6 tons). Through the composting process, pH values of piles mixed with calcium superphosphate were shifted between 7 and 8, that was 0.5-1.5 pH-unit lower than the control treatment and ammonia emission was remarkably reduced. The pile temperature variation was similar in both the piles mixed with calcium superphosphate and the control treatment.

For continuous fermentation and repression of ammonia emission during composting, it was considered that the pH value of manure-sawdust mixture should be kept between 7 and 8. The rate of addition of calcium superphosphate to obtain this pH value was about 2%.

Key words : ammonia emission, calcium superphosphate, cattle manure, composting

北海道立新得畜産試験場研究報告総目次

〈創刊号：昭和43年3月発行〉昭和37年～41年の試験研究成績集として

乳牛の飼料給与基準に関する試験	1
乳牛に対する飼料の給与回数に関する試験	7
乳用子牛の早期離乳に関する試験	9
I 異なる哺育飼料が子牛発育と経済性に与える影響	9
II 子牛の発育におよぼす乾草の刈取時期および濃厚飼料給与量の影響	11
III 子牛の発育におよぼす全乳給与量および離乳後の放牧の影響	12
IV 子牛の発育におよぼす乾草およびサイレージの単用法と併用法の比較	14
V 乾草・サイレージ併用法における濃厚飼料の給与量が子牛の発育に与える影響	15
宗谷地方の乳用雄子牛肉用育成事業実態調査	16
混播牧草の最終利用時期が翌年の収量および牧養力におよぼす影響	19
乳用雄子牛の肉利用に関する試験	21
飼料用根菜類の牛乳生産性に関する試験	24
I とうもろこしサイレージに比較した飼料用ビートが乳量、乳組成におよぼす影響	24
II 飼料用根菜類の代替としてのビートパルプサイレージの飼料価値	25
III 飼料用ビートの代替としてのビートパルプ飼養効果	28
牧草の刈取給与による採食性および産乳量	29
乳用子牛の集団育成技術に関する試験	32
I 若雌牛に対する乾草、サイレージの給与比率が発育および繁殖におよぼす影響	32
II 輪換放牧における濃厚飼料無給与が子牛発育に与える影響	35
III 輪換放牧と連続放牧における濃厚飼料無給与が子牛発育におよぼす影響	36
放牧牛の採食測定法の比較	38
無角ヘレフォード種の特性に関する試験	39
I ヘレフォード種の繁殖成績について	39
II ヘレフォード種の泌乳能力について	43
III 成雌牛の血液の性状について	45
IV ヘレフォード種の発育成績	47
V ヘレフォード種の耐寒飼養について	50
肉用牛の交雑に関する試験	53

- I 無角ヘレフォード種と、他品種との累進交雑による1~2回の雑種の質的形質の遺伝と、1回雑種雌牛の経済形質の改良について.....53
- 肉用牛の放牧飼養に関する試験.....57
 - I 改良草地における無角ヘレフォード種の放牧成績について.....57
 - II 冬期粗飼料の単用給与と雌牛の改良草地における放牧について.....60
 - III 育成雌牛の放牧飼養について.....63
 - IV 放牧地における牛の行動について.....64
- 肉用牛の冬期飼料給与設定に関する試験.....68
 - I 授乳雌牛の粗飼料単用給与と哺乳子牛の発育について.....68
 - II 妊娠雌牛の粗飼料単用給与と分娩後の子牛の発育について.....71
- 無角ヘレフォード種を交雑した肉用牛の肥育に関する試験.....74
- 馬の早期繁殖に関する試験.....85
- 馬の飼養技術に関する試験.....89
 - I サイレージの給与試験.....89
- 衛生害虫に対する忌避殺虫剤の効果試験.....92
- (乳牛の刺バエに対する忌避虫剤の効果)
- 放牧地におけるダニおよびピロプラズマ病・線虫病の防除法に関する試験.....93
 - I 小型ピロプラズマ病の臨床的長期観察例について.....93
 - II 毒血接種牛の放牧における長期観察、とくにトロポヒンの効果と、その推移について.....95
 - III 放牧牛の実態調査と油性パマキンの反復投与法の治療効果について.....96
 - IV 放牧牛の消化管内線虫病に関する試験.....98
- 牛の分娩時刻予知に関する試験.....99
- 乳房炎に関する試験.....100
 - I スピラマイシンの乳房炎に対する治療効果について.....100
 - II 多頭数飼育下における乳房炎の実態調査.....103
- 牛の子宮内膜炎の治療試験.....104
- 牧草基肥としての堆肥と熔成磷肥の効果に関する試験.....105
- トラック積載サイレージのアンローダー（降ろし装置）に関する試験.....107
- トラック利用による肥料散布法試験.....110
- (大規模草地用側方散布式ブロードカスター)
- 牧草類優良系統栽培採種試験.....114
- イネ科、マメ科牧草の混播試験.....116
- (収量と植生の推移について)
- アルファルファ品種の適応性検定試験.....117

- サイレージの消化、利用に関する試験.....119
 - I 予乾が牧草サイレージの消化率に及ぼす影響について.....119
- 低水分サイレージの調製利用に関する試験.....120
 - I 低水分サイレージ調製法試験.....120
 - II 低水分サイレージと中水分サイレージ、乾草併用との比較.....123
 - III 低水分サイレージと乾草との比較.....126
 - IV 若令去勢牛におけるサイレージの水分含量と乾物摂取量.....128
 - V 乾草と低水分サイレージの肉牛飼養効果の比較.....130
 - VI 予乾が牧草サイレージの品質に及ぼす影響について.....131
- 蹄耕法による草地造成試験.....132
- 農業構造改善事業技術確定調査.....136
 - I 土幌町新田地区の酪農経営実態調査.....136
 - II 豊頃町における酪農共同経営の実態について.....140
 - III 大樹町における肉牛経営の実態について.....145

<第2号：昭和46年3月発行>

- 塚本 達・曾根章夫・西埜 進：乳牛の機械搾乳難易性に関する試験 第1報、搾乳性の日間および日内変動.....1
- 西埜 進・和泉康史・小林道臣・大橋尚夫：ビートパルプ給与が第一胃内揮発性脂肪酸性成、飼料摂取量および乳量に及ぼす影響.....5
- 和泉康史・西埜 進・大橋尚夫：牧草サイレージ給与時の第一胃内アンモニア濃度および窒素出納.....11
- 清水良彦・森 関夫・太田三郎：ヘレフォード種とホルスタイン種の交雑種の若齢肥育.....15
- 森 関夫・清水良彦・太田三郎：分娩前後の低栄養が母牛と子牛に及ぼす影響と、子牛に対する Creep Feeding の効果.....23
- 石栗敏機：粗飼料の飼料価値査定に関する研究 第2報、同一採草地から収穫・貯蔵した1、2および3番刈混播牧草の飼料価値について.....28
- 田辺安一・中川忠昭・大森昭治・小塩 栄：蹄耕法による急傾斜地の草地造成方式について.....39
- 大沼 昭・米内山昭和・斎藤恵二・小林道臣・福井幸作：道東畑作地帯における畑作肉牛複合経営の実態と経営計画.....47
- 場外農学雑誌掲載論文抄録.....63

<第3号：昭和47年1月発行>

石栗敏機：粗飼料の飼料価値査定に関する研究 第3報. 青刈とうもろこしサイレージの品質改善と飼料価値査定に関する試験..... 1

和泉康史・大橋尚夫：泌乳初期における濃厚飼料の給与量が産乳量，血液性状並びに繁殖性に及ぼす影響 1. 飼料摂取量，乳量および乳組成について..... 13

岸 昊司・八田忠雄・工藤卓二・佐野信一・谷口隆一：2. 血液性状および繁殖性について..... 19

裏 悦次：施肥水準と放牧強度が家畜の生産性に及ぼす影響..... 25

田辺安一・土岐和夫・大原益博：十勝地方における輪作草地に関する研究 第1報. 採草型混播組合せについて..... 31

佐野信一・八田忠雄・工藤卓二・谷口隆一：フリーストールバーンおよびストールバーンにおける乳房炎の発生比較..... 39

米内山昭和・大沼 昭・斎藤恵二・田辺安一・及川 寛・谷口隆一：十勝地域における公共育成牧場の実態分析..... 43

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 115

<第4号：昭和48年3月発行>

和泉康史・岡本全弘・大森昭治：窒素施肥水準および予乾処理がサイレージの消化率および養分摂取量に及ぼす影響..... 1

渡辺 寛・永田俊郎：牛肉の官能的評価における一知見..... 9

石栗敏機・田辺安一・塚本 達：造成初年目草地の採草利用と飼料価値..... 19

田辺安一・大原益博・土岐和夫・大森昭治：十勝地方における輪作草地に関する研究 第2報. 輪作草地造成時の同伴作物が牧草の生育および収量に及ぼす影響..... 25

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 35

<第5号：昭和48年10月発行>

田辺安一・土岐和夫・大原益博：十勝地方の山麓地帯におけるサイレージ用とうもろこしの栽培法..... 1

石栗敏機・田辺安一：長尺プラスチックフィルム被履による乾草調製法..... 9

工藤卓二・八田忠雄・谷口隆一：牛の消化管内線虫に関する研究 1. 子牛における消化管内線虫のある季節的消長..... 13

岸 昊司・工藤卓二・八田忠雄・谷口隆一：牛趾間腐爛の発生に及ぼす一般化膿菌，趾間外傷および泥湿地の影響..... 19

和泉康史・大橋尚夫：高泌乳牛の飼養法に関する研究
I 濃厚飼料の給与量が第一胃内性状および揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響..... 25

岡本全弘・田口礼造・渡辺 寛：反芻家畜の心拍数および放牧行動の測定のための簡易ラジオテレメトリーシステム..... 33

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 43

<第6号：昭和49年10月発行>

清水良彦・森 関夫・太田三郎：肉牛の肥育に関する研究 1. 冬期舎飼期の発育と放牧期の濃厚飼料補給が去勢牛の産肉に及ぼす影響..... 1

森 関夫・清水良彦・太田三郎：ホルスタイン種去勢牛の産肉性に及ぼすと殺月令と肥育期間の影響..... 11

和泉康史・大橋尚夫：高泌乳牛の飼養法に関する研究
II 乾草と濃厚飼料の給与割合が第一胃内性状および揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響..... 21

岡本全弘：飲水後の第一胃内温の変化と飲水量の影響..... 29

工藤卓二・八田忠雄・岸 昊司・伊藤季春・谷口隆一：牛の消化管内線虫に関する研究
2. 北海道の牧野における種類とその寄生状況..... 35

石栗敏機：短報 サイレージの採食量と消化率・エネルギーおよび窒素出納との関係..... 41

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 45

<第7号：昭和51年1月発行>

清水良彦・森 関夫・新名正勝：肉牛の肥育に関する研究
II. 若令肥育における仕上げ体重が産肉に及ぼす影響..... 1

清水良彦・新名正勝・森 関夫：肉牛の肥育に関する研究
III. 全放牧によるヘレフォード種去勢牛の育成肥育..... 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..... 23

細野信夫・荘司 勇・谷口隆一：積雪寒冷地帯における肉用牛の越冬施設に関する試験

I. 越冬施設が繁殖成雌牛の養分摂取量, 体重推移等に及ぼす影響.....31
 渡辺 寛・田中正俊：家畜の経済形質の相互関連について

I. 産卵鶏の経済形質..... 43
 大原益博：数種牧草の1、2及び3番草の生育に伴う in Vitro 乾物消化率と粗蛋白質含量の
 推移..... 55
 場外学術雑誌掲載論文抄録..... 63

<第8号：昭和52年3月発行>

新名正勝・森 関夫・清水良彦・小堤恭平・岡田光男：ホルスタイン種去勢肥育牛の枝肉測
 定値および冷と体重から求めた正肉量の推定式..... 1

新名正勝・清水良彦・森 関夫・細野信夫・小堤恭平・岡田光男：ヘレフォード種去勢肥育
 牛の枝肉測定値および冷と体重から求めた正肉量の推定式..... 7

大原益博・田辺安一・土岐和夫：寒地型牧草の in Vitro 乾物消化率及び粗蛋白質含量..... 13

岡本全弘・渡辺 寛：圧縮成形乾草の給与がそしゃく行動に及ぼす影響..... 21

渡辺 寛・高尾敏男・井芹靖彦：牧柵の設計

I 放牧牛の脱柵行動..... 29

渡辺 寛・玉木哲夫・高尾敏男・井芹靖彦・青山順一：牧作の設計

II 牧柵架線の緊張力, 支柱間隔およびふれ止めが架線のふれに及ぼす影響..... 35

岡本全弘：〈短報〉反すう動物の心拍数およびそしゃく行動の遠隔測定用小型送信機..... 41

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 45

<第9号：昭和53年3月発行>

新名正勝・清水良彦・森 関夫・小堤恭平・岡田光男：ホルスタイン種去勢肥育牛の生体測
 定値から求めた正肉量の推定..... 1

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..... 7

細野信夫・荘司 勇：無角ヘレフォード種による肉用牛の累進交雑に関する研究

I 斑紋の遺伝..... 15

細野信夫・荘司 勇：無角ヘレフォード種による肉用牛の累進交雑に関する研究

II 離乳前の発育に関する交配型間の比較..... 23

工藤卓二・八田忠雄・岸 昊司・森 清一：子牛の日令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.....37

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 43

<第10号：昭和54年3月発行>

細野信夫・荘司 勇：無角ヘレフォードによる肉用牛の累進交雑に関する研究

III 育成雌牛の体型と発育に関する交配型間世代別の推移..... 1

新名正勝・裏 悦次：とうもろこしサイレージの給与が牛肉の質におよぼす影響..... 11

清水良彦・新名正勝：肉牛の肥育に関する研究

V 放牧を加味したヘレフォード種肥育牛の仕上げ体重が産肉に及ぼす影響..... 17

坂東 健・出岡謙太郎：好気的変敗ならびにプロピオン酸添加とうもろこしサイレージの産
 乳価値..... 25

岡本全弘・出岡謙太郎・坂東 健：とうもろこしサイレージの切断長が乳牛の反芻行動に及
 ぼす影響..... 33

岡本全弘：乾草の粉碎や細切がめん羊の反芻行動に及ぼす影響..... 37

岡本全弘：めん羊の乾草摂取量と反芻行動との関係..... 41

裏 悦次：短報 草地の晩秋放牧徹底利用が肉用牛の増体と翌春の草生におよぼす影響..... 45

場外学術雑誌掲載論文抄録..... 49

総目次..... 51

<第11号：昭和56年3月発行>

細野信夫・荘司 勇：肉用型ショートホーン雄牛を用いた育成牛の
 各交配型における体格と体重の推移..... 1

岸 昊司・工藤卓二・八田忠雄・森 清一・谷口隆一・杉崎義一・佐藤 勇：
Theileria sergenti 凍結標準株予防液によるタイレリア病の予防..... 7

工藤卓二・岸 昊司・八田忠雄・森 清一：庇陰林及び放牧地に設置した
 ダストバックの自由利用法の効果..... 13

西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕：各年代ごとの成長パターンと
 ホルスタイン若令雌牛の発育基準..... 19

西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕：ホルスタイン雌牛の3および6か月令時体格と

産乳形質の遺伝的パラメータ	29
出岡謙太郎・坂東 健：短報 とうもろこしサイレージ切断長がめん羊による消化率に及ぼす影響	39
場外学術雑誌掲載論文抄録	43
〈第12号：昭和57年3月発行〉	
細野信夫・荘司 勇：ヘルフォード育成雌牛における体重及び体格5部位測定値間の相互関係	1
西村和行・塚本 進：ホルスタイン雌牛の体重と産乳能力との関連性に関する多変量解析	7
出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘：とうもろこしサイレージの好气的変敗がめん羊の第一胃内発酵と反芻行動並びに消化率に及ぼす影響	19
川崎 勉・田辺安一：イネ科草種を異するシロクローバ混播草地の収量、植生及び放牧地のin vitro 乾物消化率	27
竹田芳彦・大原益博・小松輝行：十勝山麓地帯のオーチャードグラス主体草地における株の分散構造	35
場外学術雑誌掲載論文抄録	45
〈第13号：昭和58年11月発行〉	
細野信夫・光本孝次・鈴木三義：ヘルフォード雌牛の体重と体各部位に対する5種類の非線型成長曲線モデルの適合性比較	1
竹田芳彦・蒔田秀夫・田辺安一：レッドトップが侵入したチモシー主体草地の植生改善に及ぼすパラコートと播種床造成法の影響	11
新名正勝・清水良彦・裏 悦次・米田祐紀：ヘルフォード去勢牛の育成・肥育に伴う産肉性、枝肉形状及び体構成の推移	19
裏 悦次・森 関夫・新名正勝・清水良彦：育成期の濃厚飼料給与量の差と放牧の有無が乳用種去勢牛の産肉に及ぼす影響	31
西村和行・古川 力：短報 遺伝子座位を考慮したコンピュータ・シミュレーション・モデル利用による乳用雌牛選抜実験例	39
場外学術雑誌掲載論文抄録	43

〈第14号：昭和60年5月発行〉

竹田芳彦：数種寒地型イネ科牧草の株肥大特性の比較	1
新名正勝・裏 悦次・清水良彦：脱水でん粉粕給与によるヘルフォード去勢牛の肥育	9
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	15
恒光 裕・工藤卓二・森 清一・八田忠雄：一肉専用種牛群における下痢症子牛の発見当日の血液性状	21
細野信夫：ヘルフォード雌牛の体重と体各部位測定値を用いた主成分分析による牛体特性値の評価	25
出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘・原 悟志：短報 とうもろこしサイレージの切断長が乳牛の第一胃内発酵に及ぼす影響	37
西村和行・峰崎康裕・塚本達：短報 非線形発育モデルの当てはめによるホルスタイン雌牛の副次部位の発育様相把握	41
西村和行・塚本 達・峰崎康裕：短報 ホルスタイン雌牛の発育様相形質と泌乳能力の関係	49
場外学術雑誌掲載論文抄録	53

〈第15号：昭和61年10月発行〉

西村和行・峰崎康裕・塚本 達：乳用育成牛群の体重および体格測定値の遺伝率の月齢による推移	1
西村和行・峰崎康裕・塚本 達：乳用牛群の体重および体格測定値と産乳能力との遺伝相関	11
原 悟志・江田勇雄・伊藤季春・出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘：北海道産水稻の熟期別ホールクロックサイレージの飼料価値	19
西村和行：乳牛群における初産次受審高等登録牛の泌乳能力と体格得点・体格測定値間の関係	29
出岡謙太郎・伊藤季春・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	35
森 清一・工藤卓二・坂東 健・原 悟志・八田忠雄・恒光 裕：でん粉粕サイレージ給与時における泌乳牛の血液成分の変化	41
山川政明・井澤弘一：短報 すず紋病羅病トウモロコシ葉における飼料成分の変化	51
場外学術雑誌掲載論文抄録	54

<第16号：昭和63年12月発行>

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…………… 1

藤川 朗・恒光 裕：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…………… 9

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と屠体形質と関係…………… 19

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…………… 25

原 悟志・坂東 健・小倉紀美・黒沢弘道・中辻浩喜：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…………… 31

出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春：短報 ガス状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…………… 35

森 清一・工藤卓二・米道裕彌・尾上貞雄・恒光 裕・平井綱雄：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…………… 39

場外学術雑誌掲載論文抄録…………… 43

<第17号：平成2年3月発行>

出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春：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…………… 1

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…………… 7

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…………… 13

坂東 健・出岡謙太郎：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および刈取時期を異にする牧草サイレージの併給効果…………… 21

竹田芳彦・山川政明・大原益博・川崎 勉：最終刈取り時期がトールフェスク (*Festuca arudinacea Schreb.*) 「ホクリョウ」の耐凍性に及ぼす影響…………… 27

恒光 裕・平井綱雄・米道裕彌・工藤卓二・森 清一・尾上貞雄：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) …… 33

西邑隆徳・佐藤幸信・齊藤利朗・裏 悦次：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…………… 41

平井綱雄・工藤卓二・森 清一・尾上貞雄・恒光 裕：ナフトキン誘導体 (プバルバコン)

の *Theileria Sergenti* に対する抗原虫効果…………… 53

出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春：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…………… 59

山本裕介・南橋 昭・工藤卓二：短報 凍結保存した馬胚の移植による小馬の生産…………… 63

西邑隆徳・佐藤幸信・齊藤利朗・裏 悦次：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…………… 67

場外学術雑誌掲載論文抄録…………… 71

<第18号：平成3年3月発行>

藤川 朗・田村千秋：アバディーンアンガスならびにヘレフォードの直接検定における140日間と112日間の絶対ならびに相対成長速度の遺伝的パラメーターの推定…………… 1

西邑隆徳・森 清一・田村千秋・裏 悦次：絶食・絶水期間中における群混合が肥育牛の血液性状に及ぼす影響…………… 13

中辻浩喜・原 悟志・黒澤弘道・森 清一・小倉紀美：泌乳牛のトウモロコシサイレージ主体飼養時における濃厚飼料割合の違いと重曹添加が乳生産、ルーメン内性状および消化率に及ぼす影響…………… 21

黒沢弘道・小倉紀美・原 悟志・大坂郁夫・遠藤 展：蒸煮解繊処理シラカンバのペレット処理または配合飼料との混合給与が牛における嗜好性に及ぼす効果…………… 31

西邑隆徳・佐藤幸信・齊藤利朗・田村千秋・裏 悦次：冬期屋外肥育における濃厚飼料の給与量が産肉性に及ぼす影響…………… 37

坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭：トウモロコシサイレージ主体混合飼料における粗飼料と濃厚飼料の比率並びに粗蛋白質含量が高泌乳牛の泌乳前期における飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響…………… 47

南橋 昭・山本裕介・伊東季春・工藤卓二：牛体外受精においてカフェイン濃度およびヘパリン濃度が精子の侵入および受精に及ぼす効果…………… 59

佐藤幸信・西邑隆徳・齊藤利朗・田村千秋・裏 悦次：飼料のTDN含量がアバディーンアンガス去勢牛の増体および枝肉構成に及ぼす影響…………… 65

中辻浩喜・原 悟志・黒澤弘道・小倉紀美：短報 泌乳牛のトウモロコシサイレージ主体飼養時における繊維質摂取不足と乳脂率の関係…………… 73

場外学術雑誌掲載論文抄録…………… 79

〈第19号：平成4年3月発行〉

原 悟志・大坂郁夫・黒澤弘道・小倉紀美：トウモロコシサイレージ主体混合飼料に用いる 牧草サイレージの予乾の有無が乳牛の乳生産に及ぼす影響	1
平井綱雄・尾上貞雄・工藤卓二・森 清一・恒光 裕・桜井辰壽：乳汁体細胞数による乳房 炎診断の有効性の検討	11
佐竹芳世・澤田嘉昭・竹田芳彦：十勝地方における飼料用大麦とチモシー・アカクローバと の同伴栽培法	19
佐竹芳世・澤田嘉昭・竹田芳彦：短報 酸不溶性灰分と酸化クロム併用によるめん羊の牧草 採食量の推定	29
原 悟志・大坂郁夫・黒澤弘道・小倉紀美：短報 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	33
山本裕介・南橋 昭・陰山聡一・森安 悟・伊東季春：短報 過剰排卵処理牛から回収され る卵の品質構成	39
場外学術雑誌掲載論文抄録	43

〈第20号：平成5年3月発行〉

藤川 朗・田村千秋：アバディーンアンガスならびにヘレフォードにおける母牛の乳量と子 牛の発育の関連性	1
杉本昌仁・佐藤幸信・川崎 勉：北海道和種馬における乾草とエンバクの消化率	11
陰山聡一・山本裕介・南橋 昭・森安 悟・伊東季春：短報 受胎牛の血液成分値と受胎成 績の関係	19
原 悟志・糟谷広高・大坂郁夫・小倉紀美：短報 粗飼料と大豆の給与比率がめん羊の消化 率に及ぼす影響 (英文)	25
場外学術雑誌掲載論文抄録	31
総目次 (No.11~No.20)	38

〈第21号：平成6年11月発行〉

南橋 昭・森安 悟・陰山聡一・山本裕介・伊東季春：ウシ体外受精においてピルピン酸、 グルコースおよび乳酸が精子の侵入および受精に及ぼす影響	1
佐藤幸信・斉藤利朗・杉本昌仁・本郷泰久・川崎 勉：双胎妊娠牛の妊娠末期の代謝エネルギー	

ギー要求量	9
杉本昌仁・本郷泰久・川崎 勉：北海道和種子馬の生育初期における吸乳・採食行動ならび に姿勢	15
藤川 朗・田村千秋：短報 アバディーンアンガスならびにヘレフォードにおける子牛の血 清総蛋白質濃度と母牛の乳量ならびに子牛の増体量との関連性	21
糟谷広高・黒沢弘道・原 悟志・大坂郁夫・小倉紀美・遠谷良樹：短報 トウモロコシサイ レージ主体飼養が乳用後継牛の乾物摂取量に及ぼす影響	25
場外学術雑誌掲載論文抄録	29

〈第22号：平成10年8月発行〉

平井綱雄・恒光 裕・工藤卓二・米道裕彌・森 清一：黄色ブドウ球菌に対するモノクロー ナル抗体の作製および同抗体を用いた ELISA 法による牛の乳汁由来黄色ブド ウ球菌の検出	1
大坂郁夫・原 悟志・糟谷広高・小倉紀美・遠谷良樹：泌乳初期におけるビートパルプペレ ットの給与割合の違いが乾物摂取量、第一胃内容液性状および乳生産に及ぼす 影響	9
前田善夫・出口健三郎・田村 忠：馬におけるチモシー乾草・サイレージの栄養価および可 消化エネルギーの推定	17
場外学術雑誌掲載論文抄録	25

新得畜試研究報告 No.23 2000.

平成12年3月31日 印刷
平成12年3月31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
☎ (01556) 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
☎ (0155) 34-1281(代)
