

北海道立畜産試験場研究報告

第24号 平成13年 9月

目次

論文

放牧時に併給する濃厚飼料のタンパク質含量が黒毛和種去勢育成牛の発育，飼料摂取量，
ルーメン内容液性状および血液性状に及ぼす影響

杉本昌仁，八代田千鶴，佐藤幸信，宮崎 元..... 1

石灰窒素の添加が牛ふんの堆肥化および大腸菌の消長に及ぼす影響

湊 啓子，田村 忠，前田善夫..... 11

短報

蒸煮処理した小麦稈のめん羊における自由摂取量，乾物消化率，可消化乾物摂取量

阿部英則，山川政明..... 18

石灰窒素の牛ふん中大腸菌に対する殺菌効果

湊 啓子，田村 忠，前田善夫..... 21

回転式固体発酵装置を用いた麹かびによる馬鈴薯デンプン粕からの微生物タンパク質生産

阿部英則，山川政明..... 25

場外学術雑誌掲載論文抄録

28

改題前誌：北海道立新得畜産試験場研究報告（1～23号）

滝川畜産試験場研究報告（1～31号）

Bulletin of the Hokkaido Animal Research Center

No.24 September 2001

Contents

Full Paper

The Effects of the protein content of concentrates during the grazing period on growth performance, feed intake, ruminal characteristics and blood constituents in Wagyu steer calves

Masahito SUGIMONO, Chizuru YAYOTA, Yukinobu SATO and MIYAZAKI 1

Effect of adding nitoroilime to composting of cattle manure and the impact on *Esherichia coil*

Keiko MINATO, Tadashi TAMURA and Yoshio MAETA 11

Note

Voluntary intake, dry matter digestibility and digestible dry matter intake of steam pressured wheat straw fed in sheep

Hidenori ABE and Masaaki YAMAKAWA 17

The effect of sterilized for *Esherichia coil* in cattle manure by nitorilime adding

Keiko MINATO, Tadashi TAMURA and MAETA 20

Microbial biomass protein production by incubation of koji fungi on potato waste using rotating solid state fermentor

Hidenori ABE and Masaaki YAMAKAWA 24

Summaries of the papers by the staff appearing on the scientific journals 27

Formerly : Bulletin of the Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station (No.1-23)

Bulletin of Takikawa Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido (No.1-31)

放牧時に併給する濃厚飼料のタンパク質含量が黒毛和種去勢育成牛の発育，飼料摂取量，ルーメン内容液性状および血液性状に及ぼす影響

杉本昌仁・八代田千鶴・佐藤幸信・宮崎 元

北海道立畜産試験場

(2000.8.21 受付，2001.5.8 受理)

要 約 放牧の有無ならびに放牧期間中に併給する濃厚飼料の粗タンパク質 (CP) 含量の違いが3カ月齢で離乳した黒毛和種去勢育成牛の発育，飼料摂取量，ルーメン内容液性状および血液性状に及ぼす影響について試験した。17頭の去勢牛を試験に用いた。20%CPの濃厚飼料と乾草を給与して育成する区を対照 (CON区, n=5) とし，試験区として 20%CPの濃厚飼料を併給しながら放牧する区 (GMP区, n=6) および 15%CPの濃厚飼料を併給しながら放牧する区 (GLP区, n=6) の3つに配置した。試験期間は9カ月齢までの6カ月間とし，放牧期間は4カ月齢から8カ月齢までであった。給与する濃厚飼料の量はいずれの区も代謝体重 (MBS) あたり50gDM/dとした。CON区は試験期間中，シェルターを設置した牛舎のパドックで群飼育し，乾草を自由採食させた。放牧終了後のGMP区とGLP区は，試験終了までCON区と同一管理とした。試験期間中の平均乾物摂取量は，CON区と比較してGMP区とGLP区で高くなる傾向が見られた。平均日増体量は処理間に差は認められなかった。試験終了時における腹囲/胸囲比は，CON区と比較してGMP区およびGLP区が大きくなる傾向にあった。反対に，試験終了時の体重/体高比はCON区が大きくなる傾向がみられ，試験期間中の胸囲増加量/体重増加量比はCON区が有意に大きくなった ($p<0.01$)。ルーメン内容液中の総VFA濃度は，CON区と比較してGMP区とGLP区で有意に高くなった ($p<0.05$)。GMP区とGLP区の間には差はなかった。ルーメン内容液のpHは処理間の差は認められなかった。血清中の遊離脂肪酸濃度はGMP区とGLP区でCON区より高くなった ($p<0.01$)。グルコース，尿素窒素，トリヨードサイロニン，サイロキシン濃度は，試験処理×時期の交互作用が認められ ($p<0.05$)。処理間で変動が異なると考えられた。以上の結果から，育成期の体脂肪蓄積は舎飼いした牛の方が進むのではないかと推察された。また，乾物摂取量および試験終了時の腹囲/胸囲比から見ると消化管の発達放牧した区の方が優れているのではないかと考えられた。放牧期間中に併給する濃厚飼料のCP含量を変えても育成牛の増体は変わらなかった。

キーワード：粗タンパク質，放牧，黒毛和種去勢牛，発育，飼料摂取量，ルーメン内容液性状，血液性状

道畜試研報，24：1-10，2001

黒毛和種肥育素牛では，舎飼いで乾草と濃厚飼料を給与して育成されるのが一般的であり放牧を利用する例は少ない。放牧は舎飼いと比較してエネルギー消費量が多く，良好な放牧状態でも維持エネルギー要求量が舎飼いより10~20%増加する¹⁸⁾。そのため，高い増体を求められる肥育素牛の育成では放牧時に濃厚飼料を併給する必要がある。

放牧草は粗タンパク質 (CP) 含量が高く，計算上では放牧草だけでCP要求量が満たされる場合がある⁵⁾。このため，放牧時に併給する濃厚飼料では，舎飼いで用いるものより大麦やトウモロコシの割合を高め，CP含量を低く設定できるのではないかと期待される。しかし HESS *et al.*⁸⁾ は，放牧時にトウモロコシを併給すると牧

草の摂取量が減少するため，結果として総有機物 (OM) 摂取量が減少することを報告している。また放牧草に含まれるCPはルーメン内の分解が早いことから，その多くは下部消化管へ達しないため²³⁾，そのことが発育を制限する要因になっているのではないかと指摘もある¹⁾。このように，放牧時に併給する補助飼料の給与技術については不明な点が多く，特に黒毛和種去勢肥育素牛の育成期に給与する濃厚飼料のCP含量の違いが発育等に及ぼす影響について明らかにはされていない。

そこで本試験では，3カ月齢で離乳した春 (1~3月) 生まれ子牛の発育，飼料摂取量，ルーメン内容液性状および血液性状に及ぼす放牧の有無ならびに放牧時に併給する濃厚飼料のCP含量の影響について検討した。

材料および方法

(1) 供試牛および試験処理

3カ月齢で離乳した黒毛和種去勢育成牛を17頭供試した。乾草とCP20% (DMベース) の濃厚飼料を給与して舎飼いで育成する区 (CON区) を対照とし、試験区として、放牧でCP20%の濃厚飼料を併給する区 (GMP区)、放牧でCP15%の濃厚飼料を併給する区 (GLP区) の2つを設けた。CON区に5頭およびGMP区、GLP区にそれぞれ6頭ずつ配置した。試験期間は9カ月齢までの6カ月間とした。

(2) 飼養方法

CON区は牛舎の屋外パドック (10.8m×6.3m) で群飼育とした。パドックは床がコンクリート製で、3.6m×2.7mのシェルターを1台設置した。GMP区とGLP区は、それぞれ1牧区あたり3.5aの草地に輪換放牧した。1牧区あたりの滞牧日数は3日とした。優占草種はオーチャードグラスであった。放牧期間は5月12日 (約4カ月齢) から9月29日 (約8カ月齢) までの140日間であった。放牧期間中は、草地に隣接した追い込み施設で濃厚飼料を給与した。牧草の生長が盛んな5月から7月にかけては、転牧するごとに牧区内の不食残存部分を約10cmの高さで刈り払った。終牧後、試験終了までの1カ月間はCON区と同一の管理方法を行った。

CON区およびGMP区では濃厚飼料として市販の和牛育成用配合飼料をそのまま用いた。GLP区では、その配合飼料をベースに乾物量の約50%を圧扁大麦で代替したものを用いた。いずれの区も給与量は50gDM/MBS/dayと設定した²⁵⁾。CON区には粗飼料として約5cmに細切したチモシー主体1番刈り乾草を自由採食させた。水およびミネラル固形塩は自由摂取とした。飼料給与は9:30および15:30の1日2回行った。残食は朝の飼料給与直前に回収し、重量を毎日記録した。

(3) 調査項目および試料採取

濃厚飼料は残食がでなかったため「給与量=摂取量」と見なした。放牧草の摂取量は、供試牛の日増体量から日本飼養標準¹⁵⁾を用いて算出した可消化養分総量 (TDN) 要求量をもとに推定した²⁷⁾。ただし、維持要求量は舎飼いの20%増とみなした。

離乳時に体重および体尺測定を行った。以後、体重測定は2週間隔で、体尺は約2カ月間隔で実施した。4, 6, 8カ月齢時に採血およびルーメン内容液採取を行った。ルーメン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、ホルマリンを1ml加えて分析まで-30℃で凍結保存した。

採血は頸静脈から行い、フッ化ナトリウム加採血管に2ml、血清分離剤加採血管に9mlを取り分けた。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、

10分間) し、採取当日にグルコース (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℃のインキュベータ内に10~15分間放置し、血餅の生成を確認してから血清を分離 (3000rpm, 15分間) した。分離した血清は分析まで-30℃で凍結保存した。

(4) 分析項目および分析方法

供試した飼料 (乾草, 育成用配合飼料, 圧扁大麦) および放牧草の成分組成を分析した。分析項目は、乾物 (DM), 有機物 (OM), 粗脂肪 (EE), 中性デタージェント繊維 (NDF), 酸性デタージェント繊維 (ADF), 粗タンパク質 (CP) とした。分析は常法¹¹⁾に従った。乾草, 放牧草については *in vitro* 乾物消化率 (IVDMD) を測定し, IVDMDからTDNを推定した⁴⁾。育成用配合飼料のTDN含量は, メーカー保証値をDM含量で除して算出した。圧扁大麦のTDN含量は日本標準飼料成分表¹⁷⁾の値を用いた。乾草および濃厚飼料の成分組成ならびにTDN含量を表1に示した。用いた濃厚飼料のCP含量は, CON区およびGMP区が18.3%, GLP区が13.8%であり, 設定を1.2~1.7ポイント下回った。放牧草の季節にともなう成分組成の変化を表2に示した。

ルーメン内容液は, pHをガラス電極計 (東亜電波工業, HM-30S) で, 揮発性脂肪酸 (VFA) 含量をガスクロマトグラフィー (島津製作所, GC-15A) で測定した。

血清の分析項目は, 遊離脂肪酸 (NEFA), 尿素窒素 (UN), インスリン (Ins), トリヨードサイロニン (T3), サイロキシン (T4) とした。NEFA, UN, Gluは, 自動分析機 (Beckman, CX7) で定量し, Ins, T3, T4の定量には市販のキット (Boehringer Mannheim, エンチムンテスト) を用いた。

(5) 健康管理

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。投与量は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観察した。

(6) 統計処理

統計解析にはSASのGLMプロシジャを用いた²⁴⁾。発育のデータは, 試験処理を要因とする一元配置デザイン型データとみなして分散分析を行った。群飼したため, 分析に先立ち群内における個体間相互効果の有無を調べる目的で体重および日増体量について総平均値と誤差分散から変動係数を求めた²⁹⁾。群ごとに固有の偏りはないと仮定した。分散分析で処理の効果が有意となった場合, 対比 (CON区 vs GMP区+GLP区, GMP区 vs GLP区) によって平均値の比較を行った。すなわち, 想定した部分帰無仮説を

育成牛の放牧時に併給する濃厚飼料のタンパク質含量

Table 1 . Ingredients and chemical composition of the experimental feeds.

Item	Concentrates			Hay
	CON ^a	GMP ^a	GLP ^a	
Ingredients ^b				
Formula feed, %	100		49.9	-
Rolled barley, %	-		50.1	-
Chemical composition				
DM ^c , % of FM	84.4		84.5	83.2
OM ^d , % of DM	94.5		96.1	93.2
NDF ^e , % of DM	16.5		15.9	75.6
ADF ^f , % of DM	8.1		6.9	42.1
CP ^g , % of DM	18.3		13.8	9.2
EE ^h , % of DM	3.3		2.7	2.3
TDN ⁱ , % of DM	84.1		84.1	55.4

^a CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate.

^b Dry matter basis

^c dry matter, ^d organic matter, ^e neutral detergent fiber, ^f acid detergent fiber, ^g crude protein, ^h ether extract, ⁱ total digestible nutrients

Table 2 . Seasonal change in chemical composition, sward height and herbage mass.

Item	Late May (4mo)	Late June (5mo)	Late July (6mo)	Late August (7mo)	Late September (8mo)
GMP ^a					
DM ^b , % of FM	24.0	20.1	20.4	18.1	22.4
OM ^c , % of DM	93.0	91.3	88.9	89.7	90.9
NDF ^d , % of DM	47.9	51.8	62.9	56.7	44.0
ADF ^e , % of DM	22.7	26.6	35.1	32.5	23.8
CP ^f , % of DM	17.8	19.0	15.7	15.9	19.6
EE ^g , % of DM	4.3	4.5	4.4	4.6	4.2
IVDMD ^h , %	73.2	77.0	53.2	60.0	63.9
TDN ⁱ , %	70.3	74.2	50.1	57.0	60.9
Sward height, cm	18.6	29.2	31.9	36.0	20.1
Herbage mass, kgDM/10a	104.8	201.0	204.0	152.6	115.1
GLP ^a					
DM, % of FM	23.2	21.0	19.0	20.6	20.0
OM, % of DM	92.0	91.3	89.0	90.3	90.4
NDF, % of DM	47.5	55.6	60.2	60.1	43.6
ADF, % of DM	23.1	27.8	31.2	32.7	22.0
CP, % of DM	18.3	18.7	19.7	15.9	22.0
EE, % of DM	4.3	4.8	4.4	4.1	4.2
IVDMD, %	70.6	73.1	53.8	46.4	67.6
TDN, %	67.7	70.2	50.7	43.3	64.7
Sward height, cm	20.8	28.8	31.5	39.0	18.1
Herbage mass, kgDM/10a	112.4	214.0	186.1	206.0	116.8

^a GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate

^b dry matter, ^c organic matter, ^d neutral detergent fiber, ^e acid detergent fiber, ^f crude protein, ^g ether extract, ^h *in vitro* dry matter digestibility, ⁱ total digestible nutrients

$$H0 : \mu_{CON} = (\mu_{GMP} + \mu_{GLP}) / 2$$

$$H0' : \mu_{GMP} = \mu_{GLP}$$

の2つとして両側検定を行った。ここで μ_{CON} , μ_{GMP} , μ_{GLP} は、それぞれの母平均を示している。なお、飼料摂取量の統計的解析は行わなかった。

ルーメン内容液および血液成分のデータは、試験処理を1次因子とし、試験の進行に伴う経時的な要因（月齢の効果と季節の進行の効果を含む；「時期」と略記する）および試験処理×時期の交互作用を二次因子とする分割区法として解析した⁶⁾。NEFAは、生データが明らかに

Table 3 . Effects of protein contents of concentrates during grazing period on feed intake in Wagyu steer calves ^a.

Item	CON ^b	GMP ^b	GLP ^b
Feed intake, gDM/MBS/day			
Concentrate	49.8	48.9	50.1
Roughage ^c	44.5	48.5	50.4
Total	94.3	97.4	100.5
TDN intake, g/MBS/day	66.5	69.3	70.4
NDF intake, g/MBS/day	41.8	36.4	37.9
CP intake, g/MBS/day	13.2	16.5	14.7

^a No statistical analysis for this data.

^b CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate .

^c CON steers were given *ad libitum* access to chopped hay through the experimental period. During grazing season, GMP and GLP steers fed herbage alone. After grazing season, however, GMP and GLP steers were managed as for CON.

Table 4 . Effects of protein content of concentrates during grazing period on growth performance in Wagyu steer calves.

Item	CON ^a		GMP ^a		GLP ^a		Contrast ^b	
	mean	s.e.	mean	s.e.	mean	s.e.	C vs G	M vs L
Number of steers	5		6		6			
Weaning body weight, kg	100.2	7.1	97.5	6.4	98.0	6.4	0.7749	0.9570
Final body weight, kg	283.5	15.2	266.8	13.9	262.6	13.9	0.3155	0.8349
Final body weight/age ratio	1.04	0.05	1.01	0.05	0.98	0.05	0.4543	0.6698
Average daily gain, kg	1.01	0.06	0.97	0.05	0.94	0.05	0.4398	0.6389
Withers height gain, cm	26.1	1.3	23.9	1.2	24.0	1.2	0.1952	0.9545
Heart girth gain, cm	42.6	2.2	41.8	2.0	38.8	2.0	0.4027	0.3101
Belly girth gain, cm	63.0	2.5	62.2	2.3	63.0	2.3	0.8908	0.8003
Final body weight/withers height ratio	244.9	10.6	234.0	9.7	234.3	9.7	0.4096	0.9857
Final belly girth/heart girth ratio	122.6	1.2	123.5	1.1	125.6	1.1	0.1769	0.1941
Heart girth gain/body weight gain ratio	0.23	0.01	0.16	0.01	0.15	0.01	0.0001	0.3792

^a CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate .

^b Observed significance level for contrasts: C vs G = CON vs GMP+GLP, M vs L = GMP vs GLP.

正規分布しないため対数変換してから解析に用いた。試験処理 × 時期の交互作用が有意であった場合は CONTRAST ステートメントを用い、時期に対して linear と quadratic に平方和を分解する⁹⁾とともに、各時期ごとに分散分析を行った²⁹⁾。

すべての検定において有意水準は5%としたが、サンプルサイズが小さいため、検出率を考慮⁷⁾してp値が0.2未満 (0.2 > P > 0.05) の場合は帰無仮説の採択を保留した。

結 果

(1) 飼料摂取量

試験期間中の飼料摂取量を表3に示した。濃厚飼料摂取量は、どの区も設定どおり約50gDM/MBS/dayであった。粗飼料摂取量は、CON区と比較してGMP区が4.0gDM/MBS/day、GLP区が5.9gDM/MBS/day多かった。

総乾物摂取量 (DMI) で見るとGMP区がCON区と比較して3.1gDM/MBS/day多く、GLP区では6.2gDM/MBS/day多かった。TDN摂取量は、GMP区およびGLP区の方がCON区より多かった。CP摂取量は、CON区 < GLP区 < GMP区の順に多くなり、NDF摂取量ではCON区がGMP区やGLP区より高くなった。

(2) 発育

離乳から試験終了までの発育を表4に示した。試験終了時体重および日増体量の変動係数は、それぞれ12.6%と13.1%であった。試験終了時における体重/日齢比は約1で、処理間に差は見られなかった。平均日増体量も約1kgで差はなかった。体高の増加量はCON区の方が平均約2cm大きかったが、この差は有意ではなかった。胸囲と腹囲の発育量および試験終了時における体重/体高比に処理間の差は認められなかった。腹囲/胸囲比は、GMP区およびGLP区の方がCON区より平均約2ポイント大きく、またGLP区はGMP区より約2ポイント上回っ

育成牛の放牧時に併給する濃厚飼料のタンパク質含量

Table 5 . Effects of protein content of concentrates during grazing period on ruminal characteristics in Wagyu steer calves.

Item	CON ^b		GMP ^b		GLP ^b		Contrast ^c		Age(period)				Contrast ^d	
	mean	s.e.	mean	s.e.	mean	s.e.	C vs G	M vs L	4	6	8	s.e.	L	Q
Number of steers	5		6		6									
Total VFA, mg/dl	33.3	3.8	45.4	3.7	41.3	3.7	0.0346	0.4357	21.9	38.6	56.7	1.5	0.0001	0.7143
Molar proportions, %														
Propionate	18.7	0.8	18.3	0.8	18.8	0.8	0.8590	0.6468	21.6	17.4	17.3	0.6	0.0001	0.0068

^a No treatment × period (including the effects of age and advancing season) interaction ($P>0.05$) was detected for any variable except for total VFA; however, the nature of the interaction did not preclude evaluation of main effects.

^b CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate .

^c Observed significance level for contrasts: C vs G = CON vs GMP+GLP, M vs L = GMP vs GLP.

^d Observed significance level for linear(L) and quadratic(Q) effects of age.

Table 6 . Effects of protein content of concentrates during grazing period on blood constituents in Wagyu steer calves.^a

Item	CON ^b		GMP ^b		GLP ^b		Contrast ^c		Age(period)				Contrast ^d	
	mean	s.e.	mean	s.e.	mean	s.e.	C vs G	M vs L	4	6	8	s.e.	L	Q
Number of steers	5		6		6									
NEFA ^e	4.01	0.15	4.84	0.13	4.85	0.13	0.0001	0.9547	4.76	4.69	4.33	0.16	0.0654	0.4764
Insulin, μ U/ml	26.8	4.8	24.6	4.4	28.2	4.6	0.9509	0.5645	12.4	21.7	45.1	3.1	0.0001	0.0624

^a No treatment × period (including the effects of age and advancing season) interaction ($P>0.05$) was detected for any variable.

^b CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate .

^c Observed significance level for contrasts: C vs G = CON vs GMP+GLP, M vs L = GMP vs GLP.

^d Observed significance level for linear(L) and quadratic(Q) effects of age.

^e nonesterified fatty acids: logarithmic transformed for original data.

たがいずれも有意な差ではなかった。胸囲の増加量/体重増加量比は、放牧することによって平均0.08だけ有意に低下した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.01$)。GMP区とGLP区はほぼ同値であった。

(3) ルーメン内容液性状

ルーメン内容液の総VFA濃度およびプロピオン酸、バレリアン酸のモル比を表5に示した。プロピオン酸、バレリアン酸のモル比には試験処理×時期の交互作用が認められなかった。VFAは、この交互作用が有意であったが、変動の方向が同じでグラフも交差しなかったため、主効果(試験処理)の評価が可能だと見なした。

VFAは放牧することによって平均10mg/dl有意に高くなった (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.05$)。GMP区とGLP区に差はなかった。また、時期の進行とともに直線的に高まった (linear, $p<0.01$)。プロピオン酸モル比に処理間の差はなかったが、時期の進行とともに曲線的に低下した (linear, $p<0.01$; quadratic, $p<0.01$)。

pHおよび酢酸、イソ酪酸、酪酸のモル比を図1に示した。これらの項目には、試験処理×時期の交互作用が見られた。pHは、CON区 (linear, $p<0.05$) では直線的に低下し、GMP区 (linear, $P<0.01$; quadratic, $p<0.05$) およびGLP区 (linear, $P<0.01$; quadratic, $p<0.01$) では曲線的に低下した。6カ月齢においてはCON区

のpHが有意に低い値を示した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.01$)。

酢酸モル比は、CON区およびGLP区では一定で推移したが、GMP区 (linear, $p<0.01$; quadratic, $p<0.01$) では曲線的に高まった。8カ月齢においてCON区が有意に低くなった (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.01$)。また、GLP区の方がGMP区より有意に低かった (GMP区 vs GLP区, $p<0.05$)。

イソ酪酸モル比は、GMP区 (quadratic, $p<0.01$) およびGLP区 (linear, $p<0.05$; quadratic, $p<0.05$) では曲線的に変動した。6カ月齢ではCON区と比較して有意に高い値を示した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.05$)。また8カ月齢ではGMP区が有意に低い値を示した (GMP区 vs GLP区, $p<0.05$)。CON区ではイソ酪酸モル比に時期の進行による変動があるとはいえなかった。

酪酸モル比は、CON区 (linear, $p<0.05$) とGLP区 (linear, $p<0.05$) では直線的に高まったが、GMP区 (quadratic, $P<0.01$) では曲線的な変動を示した。4カ月齢時はCON区が有意に高く ($p<0.01$)、またGMP区がGLP区より有意に高かった (GMP区 vs GLP区, $p<0.05$)。8カ月齢時でもCON区が有意に高い値を示した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.01$)。

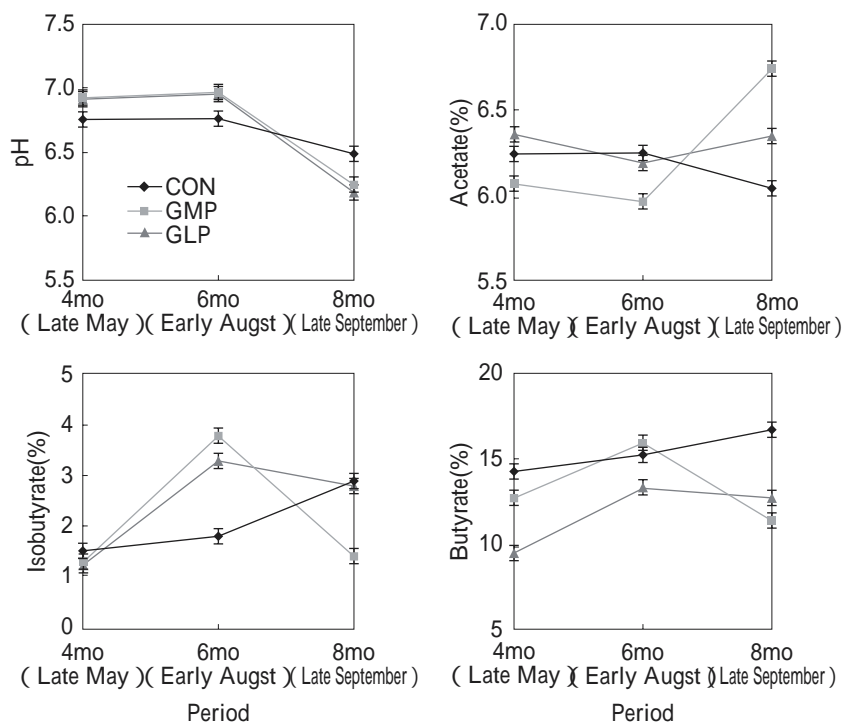


Fig 1 . Effects of protein content of concentrates during grazing period on ruminal characteristics in Wagyu steer calves. CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate . A treatment \times period(including the effects of age and advancing season) interaction was detected ($P < 0.05$) for any variable. Vertical bars indicate the standard error of the mean.

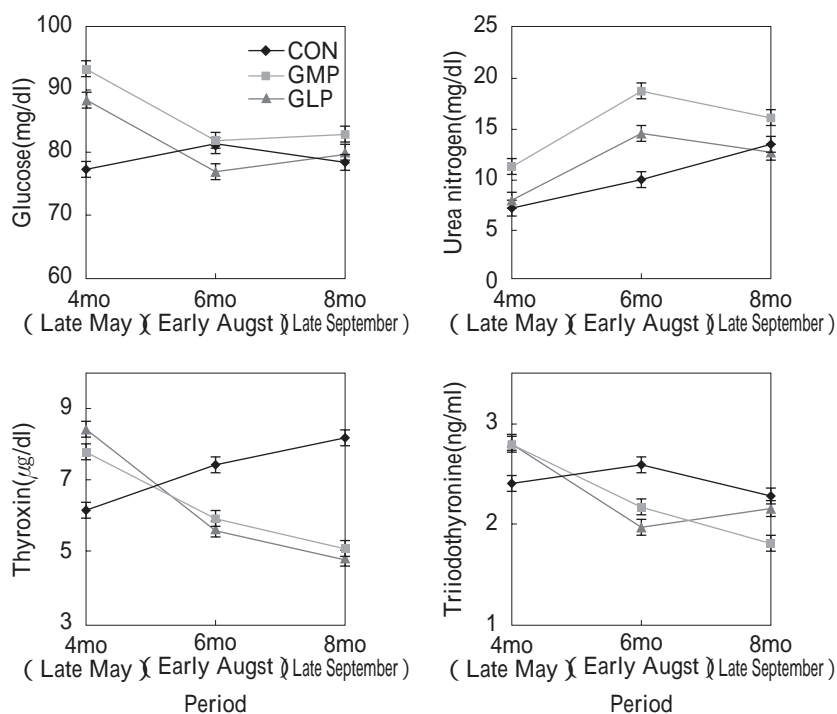


Fig 2 . Effects of protein content of concentrates during grazing period on blood constituents in Wagyu steer calves. CON: control group; GMP: grazing group with 20%CP concentrate; GLP: grazing group with 15%CP concentrate. A treatment \times period(including the effects of age and advancing season) interaction was detected for any variable. Vertical bars indicate the standard error of the means

(4) 血液性状

NEFA, Insを表6に示した。NEFAは、放牧することによって有意に高くなった ($p<0.01$)。GMP区とGLP区の間には差は認められなかった。また、時期の進行にともなって直線的に減少する傾向が見られた。Insは、処理間に差は認められず、時期の進行とともに直線的に高まった (linear, $p<0.01$)。

Glu, UN, T3, T4を図2に示した。これらの項目には、試験処理 × 時期の交互作用が見られた。Gluは、GMP区 (linear, $p<0.05$) および GLP区 (linear, $p<0.05$; quadratic, $p<0.05$) では時期の進行にともなって低下したがCON区では変動がなかった。4カ月齢ではGMP区とGLP区が有意に高い値を示した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.05$)。

CON区 (linear, $p<0.01$) では、UNが時期の進行とともに直線的に高まったが、GMP区 (linear, $p<0.01$; quadratic, $p<0.01$) および GLP区 (linear, $p<0.01$; quadratic, $p<0.01$) では曲線的に変動した。4カ月齢時ではGMP区とGLP区が有意に高く (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.05$)、GLP区よりもGMP区の方が有意に高かった (GMP区 vs GLP区, $p<0.01$)。6カ月齢時においてもGMP区とGLP区がCON区より有意に高く (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.01$)、GLP区よりもGMP区の方が有意に高かった (GMP区 vs GLP区, $p<0.01$)。8カ月齢では、GMP区およびGLP区とCON区の差がなくなったが、GLP区よりGMP区の方が有意に高かった (GMP区 vs GLP区, $p<0.01$)。

CON区ではT3に変動が見られず一定で推移したのに対して、GMP区 (linear, $p<0.01$) とGLP区 (linear, $p<0.05$) では直線的に低下した。6カ月齢ではCON区が有意に高い値を示した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.05$)。

T4は、GMP区 (linear, $P<0.05$) とGLP区 (linear, $p<0.01$) では直線的に低下した。CON区では上昇傾向が見られた。したがって8カ月齢ではCON区が有意に高い値を示した (CON区 vs GMP区+GLP区, $p<0.01$)。

考 察

LIPPKE *et al.*¹³⁾は、草量が850kg/haを下回ると採食不足から平均日増体量が著しく低下することを報告した。本試験では、最も草量が少なかった時期でも100kgDM/10a (=1000kg/ha) 以上あり、草量が採食を制限するような条件ではなかった。

黒毛和種去勢育成牛に50gDM/MBS/day程度の濃厚飼料を与えた場合、舎飼いではDMIが90~95gDM/MBS/dayになると報告されている^{25),26)}。本試験でも舎飼いでは粗飼料として乾草を給与したCON区ではDMIが94gDM/MBS/dayと同程度の値であった。しかし放牧した区ではDMIが約5%高くなった。

飼料のNDF含量は嵩密度と良く相関し、飼料間におけるNDF摂取量のバラツキは小さいことが報告されている¹⁴⁾。しかし本試験におけるNDF摂取量は、放牧した区で低くなる傾向が見られた。これは、放牧草のNDF含量が乾草と比較して10ポイント以上低いいため放牧期間中のNDF摂取量が低かったことによるものと考えられる。

杉本ら²⁶⁾は濃厚飼料のCP含量を高めると乾草の摂取量が向上することを報告した。本試験ではGLP区と比較してGMP区の方が濃厚飼料のCP含量は高いが放牧草の摂取量に差は見られなかった。これは、乾草と比較して放牧草のCP含量が高いため、併給する濃厚飼料のCP含量を高めても放牧草の摂取量を高める効果にはつながらなかったと考えられる。

群飼した場合、群内個体間の相互効果により発育のバラツキが単飼の場合より大きくなることが知られている²⁹⁾。また、家畜の体重および体重増加量の変動係数は平均12%前後であり、25%を越えることはまれだといわれている²⁹⁾。本試験の飼養条件下では、個体間のバラツキに影響するような群内の相互効果は無視できる範囲であり、発育に関する各個体のデータは互いに独立と見なすことができた。

胸囲は皮下脂肪蓄積の影響を大きく反映し²¹⁾、粗飼料を多給した育成牛より濃厚飼料を多給した育成牛の方が胸囲の発育量/体重増加量比は有意に大きかったと報告されている¹⁹⁾。また体重/体高比は、「Fattening index」¹⁹⁾と呼ばれ、肥満の程度を表す指標として用いられている。本試験の場合、胸囲の発育量/体重増加量比がCON区で有意に高かったことから、舎飼いの方が体重の増加に対する体脂肪蓄積の割合が高かったと推察される。また、統計的な差は認められないが、放牧した区と比べて体重/体高比がCON区で平均約5%高かったのはこのことを支持する結果だと考えられる。

腹囲/胸囲比は消化管の発達を反映し、DMIと腹囲/胸囲比には正の相関があるといわれている²⁰⁾。試験終了時における腹囲/胸囲比が、統計的に有意ではないものの放牧した区で2ポイント高かったのは、DMIの増加にともなって消化管の発達がCON区より進んでいたことを示す結果であろう。

ルーメン内における繊維消化の至適pH域は6.4~6.8といわれており⁸⁾、6.3を下回るとその消化率は低下する³⁾。本試験では月齢によってpHは変動したが、おおむねこの範囲内にあった。

放牧した区でVFAが高かったのはDMIの向上による発酵基質の増加¹⁰⁾によるものと考えられる。またPARK *et al.*²²⁾は、wheatgrass 草地に補助飼料を与えないで放牧すると、牧草の生長が進むとともにVFAは減少したと報告した。これは、牧草の生長とともに栄養価が低下し、

ルーメン内の発酵基質が減少したことによる。本試験では、4カ月齢（5月）から8カ月齢（9月）へとVFAは直線的に増加したが、これはPARK *et al.*²²⁾と比べて草種の相違だけではなく補助飼料を給与した効果でもあったと考えられる。

GMP区およびGLP区の方がCON区よりVFAが高いにも関わらずpHには大きな差がなかった。KREIKEMEIER *et al.*¹²⁾は、飼料摂取量が向上するとVFAは高まるがpHは変化しなかったと報告した。これは摂取量の向上とともに唾液の分泌量が増え、バッファとしての効果が高まったためではないかと考察している。本試験でも、GMP区およびGLP区の方がCON区よりDMIが高かったことから唾液の分泌量が多く、結果としてpHに違いが生じなかったのではないかと考えられる。

8カ月齢の時点では、放牧した区で酢酸のモル比が高くかつ酪酸のモル比が低かった。これらの結果から、プロピオン酸のモル比に処理間差が認められなかったものの、摂取乾物中に占める粗飼料割合がCON区と比べて放牧した区の方が高かったのではないかと推察される。

放牧飼養では、第一胃におけるプロピオン酸産生が減少し、Gluが減少するといわれている¹⁶⁾。しかし本試験では、そのような結果は認められなかった。これは放牧期間中に濃厚飼料を併給した効果だと考えられる。

GLP区よりGMP区でUNが高かったのは、併給した濃厚飼料のCP含量を反映したものと思われる。これは、放牧飼養において併給飼料のCPを高めた方がルーメン壁からのアンモニア態窒素の吸収量は多くなることを示している。また、摂取CP量はGLP区よりGMP区の方が多かったが、そのことはGMP区の発育に対し正の効果を与えなかった。これはGLP区からGMP区への摂取蛋白の増加分がルーメン内で分解吸収され、必ずしも代謝タンパク質摂取量の増加に寄与していないことを示唆している。したがって、放牧時に併給する濃厚飼料のタンパク源にはバイパス性を考慮する必要があるかもしれない。

Insは、牛の栄養状態に対する感受性が高いと考えられており²²⁾、エネルギー摂取量が高まるにつれてInsは上昇する²⁸⁾。本試験では放牧した区の方がTDN摂取量は高いと考えられたが、Insには差がみられなかった。すなわち放牧すると、エネルギー摂取量が高まっても舍飼いほどInsの上昇は見られないことが示された。ところが、放牧した牛では成長ホルモンが高く脂肪分解が促進するといわれており¹⁶⁾、運動量の差および環境条件への暴露などを考慮すると体脂肪蓄積に対してInsに拮抗するホルモンとInsとの相対的な値はCON区と放牧した区では異なっていたのではないかと推察される。GMP区およびGLP区でCON区よりNEFAが高かったのは、放牧した区で体脂肪の分解が亢進していたことを支持する結果だと考えられる。

BLUM *et al.*²⁾は、エネルギー出納とT3は有意な相関があり、T4も同様の傾向があることを報告した。本試験では、放牧した区で月齢とともにT3、T4の減少が見られた。これは、放牧による維持エネルギー要求量の増大と季節の進行にともなう放牧草の栄養価が低下したことによってこの時期の相対的なエネルギーバランスがCON区と比較して相対的に負に傾いた結果だと考えられる。

本試験の結果から、舍飼いと比較すると、放牧した区の方がDMIは高く消化管の発達にも優れることがうかがわれた。一方、育成期間のDGは舍飼いと放牧で差は認められないものの、体脂肪蓄積は舍飼いの方が進むのではないかと考えられた。しかし放牧育成牛に給与する補助飼料のCP含量の差は、発育および飼料摂取量に影響しないと考えられた。

文 献

- 1) ANDERSON, S. J., T. J. KLOPFENSTEIN and V. A. WILKERSON: Escape protein supplementation of yearling steers grazing Smooth Brome pastures. *J. Anim. Sci.*, 66:237-242 (1988)
- 2) BLUM, J. W., M. GINGINS, P. VITINS and H. BICKEL: Thyroid hormone levels related to energy and nitrogen balance during weight loss and regain in adult sheep. *Acta Endocrinologica*, 93:440-447 (1980)
- 3) CARO, M. D., C. VALDES, M. J. RANILLA and S. GONZALEZ: Effect of forage to concentrate ratio in the diet on ruminal fermentation and digesta flow kinetics in sheep offered food at a fixed and restricted level of intake. *J. Anim. Sci.*, 70:127-134 (2000)
- 4) 出口健三郎・田村 忠・澤田嘉昭: *In vitro* 乾物消化率を用いたマメ科およびイネ科牧草の飽食条件下での TDN 含量の推定. 北草研報, 30:40-43 (1996)
- 5) ELIZALDE, J. C., J. D. CREMIN, Jr., D. B. FAULKNER and N. R. MERCHEN: Performance and digestion by steers grazing Tall Fescue and supplemented with energy and protein. *J. Anim. Sci.*, 76:1691-1701 (1998)
- 6) GILL J. L.: Repeated measurement: Sensitive tests for experiments with few animals. *J. Anim. Sci.*, 63:943-954 (1986)
- 7) 長谷川勝也: Excelで学ぶ統計学入門. 第1巻. 確率, 統計編. 初版第3刷. 285-301. 技術評論社, 東京. (1999)
- 8) HESS, B. W., L. J. KRYSL, M. B. JUDKINS, D. W.

育成牛の放牧時に併給する濃厚飼料のタンパク質含量

- HOLCOMBE, J. D. HESS, D. R. HANKS and S. A. HUBER: Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endophyte-free 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)
- 9) HESS, B. W., K. K. PARK, L. J. KRYSL, M. B. JUDKINS, B. A. McCracken and D. R. HANKS: Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheatgrass pasture: Effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behavior, ruminal fermentation, and digestion. *J. Anim. Sci.*, 72:2113-2123 (1994)
- 10) 板橋久雄: 反芻動物の栄養生理学. 初版. 「ルーメン発酵の調節」の項執筆. 106-112. 農文協, 東京. (1998)
- 11) 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)
- 12) KREIKEMEIER, K. K., D. L. HARMON, R. T. BRANDT, Jr., T. G. NAGARAJA and R. C. COCHRAN: Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: Effect of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.*, 68:2130-2141 (1990)
- 13) LIPPKE, H., T. D. A. FORBES and W. C. ELLIS: Effect of supplements on growth and forage intake by stocker steers grazing wheat pasture. *J. Anim. Sci.*, 78:1625-1635 (2000)
- 14) MERTENS D. R.: Predicting intake and digestibility using mathematical models for ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64:1548-1558 (1987)
- 15) 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. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京. (1995)
- 16) 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 (2000年版). 101-104. 農林水産省農林水産技術会議事務局, 東京. (2000)
- 17) 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. 72-75. 中央畜産会, 東京. (1995)
- 18) NRC: Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed.). 10-12. National Academy Press, Washington, DC. (1996)
- 19) OKA A., T. DOHGO, S. OHTAGAKI and M. JUEN: Effects of roughage levels on growth, beef quality, ruminal contents and serum constituents in Japanese Black steers during the growing period. *Anim. Sci. J.*, 70 (6):451-459 (1999)
- 20) 大森昭一郎・川端麻夫・小林 剛・浜田龍夫・亀岡喧一: 子牛の腹囲測定の意義について. 畜試研報, 18:69-74 (1968)
- 21) 小沢 忍: 肥育素牛選定上の留意点と肥育の方法. 肉牛ジャーナル, 12:28-37 (1994)
- 22) PARK K. K., L. J. KRYSL, B. A. McCracken, M. B. JUDKINS and D. W. HOLCIMBE: Steers grazing intermediate Wheatgrass at various stages of maturity: Effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, and serum hormones and metabolites. *J. Anim. Sci.*, 72:478-486 (1994)
- 23) POPPI D. P. and S. R. McLENNAN: Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.*, 73:278-290 (1995)
- 24) SAS/STATソフトウェアユーザズガイド 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)
- 25) 杉本昌仁・佐藤幸信・寒河江洋一郎: 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. 新得畜試研究報告, 23:1-9 (2000)
- 26) 杉本昌仁・八代田千鶴・佐藤幸信・宮崎 元・寒河江洋一郎: 乾草自由採食下における濃厚飼料のタンパク質水準が黒毛和種去勢育成牛の発育, 飼料摂取量および血液性状に及ぼす影響. 北畜会報, 42:35-41 (2000)
- 27) 高崎久生・秋友一郎・福坂一利・重村正憲: 中国地域傾斜山林内における肉用牛の生産性向上技術 (第2報) - 黒毛和種去勢牛の放牧育成技術 -. 山口畜試研究報告, 11:49-58 (1995)
- 28) WAGHORN, G. C., D. S. FLUX and M. J. ULYATT: Effects of dietary protein and energy intakes on growth hormone, insulin, glucose tolerance and fatty acid synthesis in young wether sheep. *Anim. Prod.*, 44:143-152 (1987)
- 29) 吉田実: 畜産を中心とする実験計画法. 382-404. 養賢堂, 東京. (1989)

The effects of the protein content of concentrates during the grazing period on growth performance, feed intake, ruminal characteristics and blood constituents in Wagyu steer calves.

Masahito SUGIMOTO, Chizuru YAYOTA, Yukinobu SATO and Hajime MIYAZAKI

Hokkaido Animal Research Center
(Received 21 Augst 2000, Accepted 8 May 2001)

Corresponding : Masahito SUGIMOTO (e-mail : sugimomh@agri.pref.hokkaido.jp)

The effects of the protein content of concentrates in the grazing period on growth performance, feed intake, ruminal characteristics and blood constituents in Wagyu steer calves were investigated. Seventeen steer calves weaned at 3 months of age(initial BW approximately 100kg)were allotted to three feed treatments; the control group(CON, n=5)fed chopped hay *ad libitum* supplemented with a 20%CP concentrate, the grazing group supplemented with 20%CP concentrate(GMP, n=6)and the grazing group supplemented with 15%CP concentrate(GLP, n=6)for a 6-month growing trial. CON steers were placed in a open-lot pen during the experimental period. The GMP and GLP steers were kept in a pasture from May 12(approximately 3.3 months of age) to September 29(approximately 7.9 months of age)and after the grazing season, GMP and GLP steers were managed in the same manner as CON steers. During the experimental period, all steers received 50gDM/MBS/d concentrate, and diets were group fed.

Average dry matter intake during the experimental period in GMP and GLP steers tended to be higher than in CON steers. Average daily gain during the growth period was similar among the treatments. Final belly girth/heart girth ratio tended to be higher in GMP and GLP steers than in CON steers. Final body weight/withers height ratio in CON steers tended to be greater, and heart girth gain/body weight gain ratio in CON steers was significantly greater($P<0.01$)than in GMP and GLP steers. Ruminal total VFA concentration in GMP and GLP steers was higher($P<0.05$)than in CON steers, but was not altered by the protein content of the concentrates. Ruminal pH was unaffected by a specific feed treatment. Serum non-esterified fatty acids in GMP and GLP steers were higher($P<0.01$)than in CON steers. Plasma glucose, urea nitrogen, triiodothyronine and thyroxin concentration exhibited treatment \times period(including the effects of age and advancing season)interactions($P<0.05$). These results suggest that growth rate is unaffected by a specific feed treatment, however, body fat accumulation in CON steers was faster than in GMP and GLP steers. Digestive tract growth in GMP and GLP steers may be faster than in CON steers, because average feed intake during the growing period and final belly girth/heart girth ratio tended to be higher in GMP and GLP steers than in CON steers.

Key words : protein contents, grazing, Wagyu steer calves, performance, feed intake, ruminal characteristics, blood constituents

石灰窒素の添加が牛ふんの堆肥化および大腸菌の消長に及ぼす影響

湊 啓子・田村 忠・前田 善夫¹

北海道立畜産試験場

¹北海道立根釧農業試験場

(2001.5.7 受付, 2001.6.27 受理)

要旨 石灰窒素の添加が堆肥化に及ぼす影響を、添加量を変え大腸菌に対する殺菌効果と合わせて検討した。約200 kgの牛ふん尿敷料(オガクズ)混合物に石灰窒素を1, 2 および3%添加して箱形容器に詰め堆肥化した。試験は季節を変え2回実施した。2回の試験とも、石灰窒素の添加により試験開始時の混合物のpHは10~12と高まり、好気性中温細菌数は $1\sim 2\log_{10}$ 減少した。低温期(春季)に開始した堆肥化試験では、石灰窒素の添加量が増すにつれ発酵の立ち上がりが遅れる傾向がみられた。一方、高温期(夏季)に開始した試験では、石灰窒素を添加した場合でも無添加の場合と同様に品温は堆積後速やかに上昇し、その後も発酵は良好に進行した。石灰窒素添加区では、両試験とも、無添加区に比べて有機物分解が抑制され、全窒素減少率が高い傾向がみられた。大腸菌は無添加区では60をこえるピークを2回経過した後に死滅したが、石灰窒素添加区では品温が上昇しない場合でもいずれも速やかに死滅した。牛ふん尿敷料混合物への石灰窒素の添加は、大腸菌を速やかに殺菌するものの、堆肥化の際に有機物分解を抑制したり、低温期において発酵を遅延する傾向がみられた。

キーワード: 石灰窒素, 大腸菌, 堆肥化, 牛ふん

道畜試研報, 24: 11-17, 2001

近年、病原性大腸菌によるヒトの感染症が多発し、その感染源の一つとして牛ふんが考えられている。肥料として作物と直接接する家畜ふん堆肥は、その衛生面からの安全性が強く求められている。

大腸菌はいずれも熱に弱く60℃, 15~20min間の暴露により死滅する²⁾。したがって、堆肥化の発酵熱により殺菌可能であるが、水分調節材の不足等により発酵熱が十分に上昇しない場合や品温上昇の抑制される冬期間においては病原菌が残存する危険性がある。このように十分な品温上昇が期待できない場合、また、速やかな殺菌を必要とする場面等で発酵熱に頼らない殺菌手段が早急に求められている。

前報⁴⁾において、石灰窒素を1~2%添加することで牛ふんおよび牛ふん堆肥中大腸菌の殺菌が可能であることを報告したが、その中で、石灰窒素の添加は堆肥化の初期に増殖する好気性中温細菌数の減少やpHを著しく高める等の発酵阻害要因を生ずることが明らかになった。そこで、本報では石灰窒素の添加が堆肥化に及ぼす影響を石灰窒素の添加量を変え、大腸菌に対する殺菌効果とあわせて検討した。前報⁴⁾の中で、石灰窒素の殺菌効果は温度条件による影響をうけることが示されたため、試験は季節を変え2回実施した。

材料および方法

1. 春季堆肥化試験

石灰窒素の添加量は、実用規模では添加物を均一に混合することが難しいことが予想されるため、前報⁴⁾で報告した1~2%に加え3%添加を設定した。

肉用牛肥育牛舎から排出された牛ふん尿オガクズ混合物を供試材料とし、石灰窒素を0%(C区), 1%(N1区), 2%(N2区)および3%(N3区)添加した。コンポストブレンダーで混和後、約0.6 m³の断熱材製の箱形容器にそれぞれ180kgを詰め堆肥化した。供試材料の水分は71.6%であった。試験期間は4月2日~7月27日までの116日間とし、その間に4回切返しを行った。切返しは、C区, N1区およびN2区では12, 21, 47および74日後、N3区では12, 21, 47および89日後とした。試験開始時、終了時および各切返し時に総重量を計量し、よく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, 有機物, 全窒素(TN)含量および大腸菌, 好気性中温細菌数を測定した。また、開始時以降の分析試料については増菌培養を行い大腸菌の死滅を判定した。pH, 大腸菌数, 好気性中温細菌数および大腸菌の増菌培養については前報⁴⁾と同様の方法で測定した。増菌培

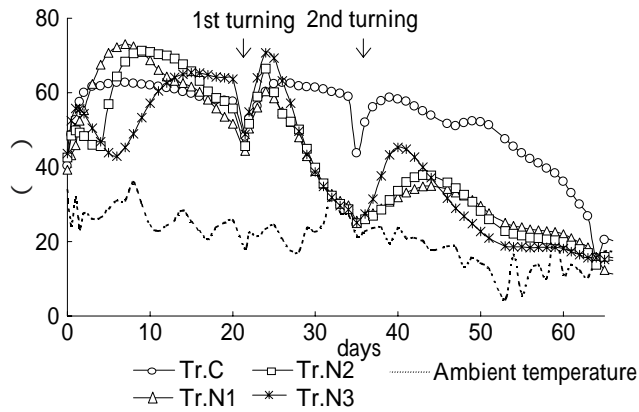


Fig1 Changes in temperature of manure added to nitrolime and ambient during composting (spring trial) .

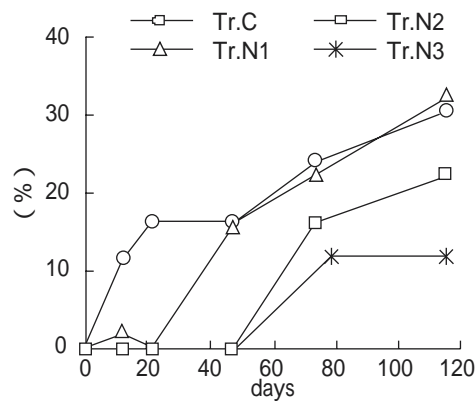


Fig2 Changes in ratio of decomposition of organic matter during composting of manure added to nitrolime (spring trial)

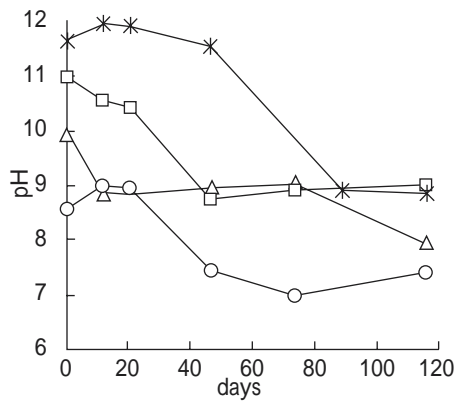


Fig3 Changes in pH during composting of manure added to nitrolime (spring trial).

石灰窒素と大腸菌の消長

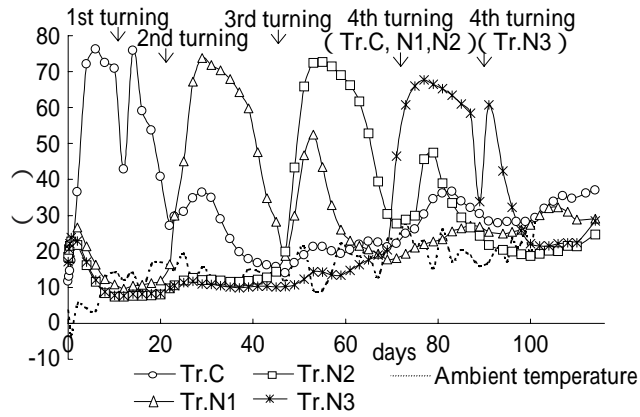


Fig4 Changes in temperature of mamure added to nitrolime and ambient during composting (summer trial) .

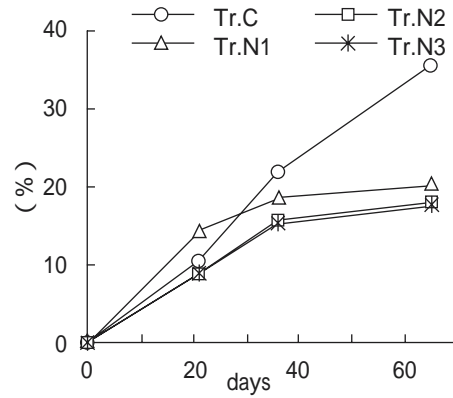


Fig 5 . Changes in ratio of decomposition of organic matter during composting of mamure added to nitrolime (summer trial).

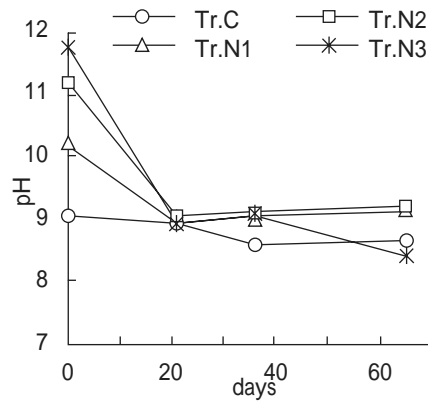


Fig 6 . Changes in pH during composting of mamure added to nitrolime(summer trial).

Table 1 . Changes in moisture , total nitrogen and ratio of decrement of total nitrogen during composting of manure added to nitrolime (spring trial).

Treatments	Moisture(%)		T total nitrogen(%DM)		Ratio of decrement of total nitrogen(%)
	Initial	Final	Initial	Final	
C	71.6	70.9	1.40	1.59	10.5
N1	70.2	72.3	1.66	1.35	42.5
N2	69.2	66.1	2.29	2.09	23.4
N3	68.6	63.6	3.08	2.26	37.7

Table 3 . Changes in moisture , total nitrogen and ratio of decrement of total nitrogen during composting of manure added to nitrolime(summer trial).

Treatments	Moisture(%)		T total nitrogen(%DM)		Ratio of decrement of total nitrogen(%)
	Initial	Final	Initial	Final	
C	63.2	63.2	1.02	1.50	1.50
N1	61.7	59.5	1.54	1.28	1.28
N2	60.5	58.4	2.01	1.56	1.56
N3	60.8	58.2	2.58	1.77	1.77

養の結果は、平板法において検出限界以下で、なおかつ増菌培養によっても検出されなかったものをN.D. (Not Detected) , 増菌培養により検出されたものを 2 > (検出限界以下) と表記した . 水分含量は105 恒量法 , 有機物含量は乾物含量から灰分を差し引いた値とした . TN 含量はケルダールNと硝酸態窒素含量の含量とした . 堆積物の品温は堆積中心部を温度センサーにより 4 hごとに測定した .

2 . 夏季堆肥化試験

春季堆肥化試験と同様に石灰窒素を添加し , それぞれ 200kg堆積して堆肥化を行った . 試験期間は8月3日 ~ 10月6までの65日間とし , その間に 2 回 (堆積21日 , 36日後) 切返しを行った . 供試材料の水分は63.2%であった .

Table 2 . Changes in viable counts of E. coli and aerobic mesophilic bacteria during composting of manure added to nitrolime (spring trial).

Days	E.coli				Aerobic mesophilic bacteria				
	C	N1	N2	N3	C	N1	N2	N3	
Initial	0	5.9	5.8	5.2	2 >	10.3	9.7	9.3	8.9
1st turning	12	3.5	2 >	N.D.	N.D.	7.9	8.2	6.4	6.0
2nd turning	21	2 > ^a	2 >	N.D.	N.D.	8.6	9.1	6.8	6.0
3rd turning	47	N.D. ^b	N.D.	N.D.	N.D.	9.8	9.1	9.2	5.3
4th turning	74	N.D.	2 >	N.D.	-	9.5	7.7	9.1	-
4th turning	89	-	-	-	2 >	-	-	-	8.8
Final	116	2 >	N.D.	N.D.	N.D.	8.8	8.2	8.4	8.4

^a2 > : E.coli was under minimum detection level, but it could be detected in enrichment culture.

^bN.D : E.coli was not detected in enrichment culture .

Table 4 . Changes in viable counts of E. coli and aerobic mesophilic bacteria during composting of manure added to nitrolime (summer trial).

Days	E.coli				Aerobic mesophilic bacteria				
	C	N1	N2	N3	C	N1	N2	N3	
Initial	0	5.9	5.8	5.2	2 >	10.3	9.7	9.3	8.9
1st turning	12	3.5	2 >	N.D.	N.D.	7.9	8.2	6.4	6.0
2nd turning	21	2 > ^a	2 >	N.D.	N.D.	8.6	9.1	6.8	6.0
3rd turning	47	N.D. ^b	N.D.	N.D.	N.D.	9.8	9.1	9.2	5.3
4th turning	74	N.D.	2 >	N.D.	-	9.5	7.7	9.1	-
4th turning	89	-	-	-	2 >	-	-	-	8.8
Final	116	2 >	N.D.	N.D.	N.D.	8.8	8.2	8.4	8.4

^a2 > : E.coli was under minimum detection level, but it could be detected in enrichment culture.

^bN.D : E.coli was not detected in enrichment culture .

調査項目および方法は春季堆肥化試験と同様とした .

結 果

1 . 春季堆肥化試験

1) 発酵温度の推移

堆肥化過程における品温および外気温の変化を図 1 に示した . 試験開始時の外気温は 0 前後であり , 供試材料の品温は約 10 であった . C 区の品温は試験開始後速やかに上昇し , 5 日目に最高温度 77 に達した . 1 回目の切返し (12 日後) 後に再上昇するが , その後速やかに下降し , 2 回目の切返し (21 日後) 以降急激な品温上昇は見られなかった . N1 区 , N2 区および N3 区の品温は , 試験開始翌日から 3 日目までに 20 ~ 25 前後まで上昇した後すぐに下降し , 再び品温上昇が開始するまで 10 前

後で推移した。その後、外気温の上昇とともに石灰窒素添加量の少ない処理区から順に品温が上昇した。品温上昇の開始はN1区で2回目の切返し直後、N2区で3回目の切返し(47日後)直後、N3区で3回目の切返し後24日後であった。最高温度は各々74、73および68であった。それぞれ切返し後に品温は再上昇しおおよそ50~60まで達し、その後速やかに下降した。

2) 理化学性状の推移

堆肥化過程における有機物減少率の推移を図2に示した。堆積116日間の有機物減少率は、C区とN1区で約30%と同程度であったが、N2区およびN3区ではそれぞれ22.2%、11.6%であった。石灰窒素2%以上の添加で有機物分解は抑制される傾向がみられた。

堆肥化過程におけるpHの推移を図3、試験開始時および終了時の水分とTN含量、堆肥化期間中TN減少率の推移を表1に示した。試験開始時のpHはC区の8.5に対し、N1区、N2区およびN3区ではそれぞれ9.9、10.9、11.6となり石灰窒素の添加により高まった。その後、石灰窒素添加区のpHは堆積日数の経過にともなう緩やかな品温上昇とともに9前後まで低下した。石灰窒素添加区ではpHが9前後まで低下した時点と品温上昇の開始時点がほぼ一致していた。堆肥化期間中の水分含量はC区およびN1区ではほとんど変わらず、N2区およびN3区ではやや低下傾向にあった。試験開始時のTN含量は石灰窒素添加区でC区と比べ1.2~2.2倍高まったが、添加量に応じてTN減少率が高く、試験終了時においては処理間のTN含量の差は開始時よりも小さかった。

3) 大腸菌および好気性中温細菌数の推移

大腸菌および好気性中温細菌数の推移を表2に示した。

大腸菌数はC区では2回目の切返し時に検出限界以下となったのに対し、N1区およびN2区では1回目の切返し時、N3区では添加直後で検出限界以下となった。好気性中温細菌数はC区およびN1区では試験期間中同程度の菌数で推移したが、N2区およびN3区では1回目の切返し時でそれぞれ試験開始時から3 log₁₀減少しており、その後品温上昇が開始するまでほぼその菌数で推移した。品温上昇後はC区とほぼ同程度の菌数まで増加した。

2. 夏季堆肥化試験

1) 発酵温度の推移

堆肥化過程における品温および外気温の変化を図4に示した。試験開始時の外気温は25~35の範囲にあった。また、どの処理区も堆積開始時の品温は約40で、供試材料は若干発酵を開始していた。堆積開始後いずれの処理区も速やかに品温が上昇した。C区の品温は堆積開始

2日後に60に達し、その後2回目の切返し(36日後)まで約1ヵ月間60前後で推移した。2回目の切返し後に品温は再度60付近まで上昇し、その後緩やかに下降した。石灰窒素添加区ではいずれもC区を上回る最高温度を示し、N1区、N2区およびN3区で各々73、71および65であった。ただし、N2区およびN3区では試験開始翌日に50~55のピークを迎えた後40付近まで下降し、再度上昇して最高温度に到達した。その後、1回目の切返し後に品温は再上昇し、60~70の高温に達した後速やかに下降した。2回目の切返し後は品温は40前後まで上昇したが、その後緩やかに下降した。

2) 理化学性状の推移

堆肥化過程における有機物減少率の推移を図5に示した。堆積65日間の有機物減少率は、C区で35.5%、石灰窒素添加区では20%前後であり、石灰窒素の添加により有機物分解は抑制される傾向がみられた。

堆肥化過程におけるpHの推移を図6、試験開始時および終了時の水分およびTN含量と堆肥化期間中のTN減少率を表3に示した。試験開始時のpHは石灰窒素添加区で春季堆肥化試験と同程度に高まり10.2~11.8の値を示した。その後1回目の切返し時(21日後)には各処理区とも9前後を示し、その後もほぼその値で推移した。水分含量は堆肥化過程でどの区も大きな低下は見られなかった。TN含量は春季堆肥化試験と同様、試験開始時では石灰窒素の添加量が増えるにしたがって高まったが、終了時においては処理間のTN含量の差は小さいものであった。

3) 大腸菌および好気性中温細菌数の推移

大腸菌および好気性中温細菌数の推移を表4に示した。大腸菌はC区では2回目の切返し時で増菌培養によっても検出されなかった。一方N1区およびN2区では1回目の切返し時、N3区では添加直後に大腸菌は検出限界以下となり、2回目の切返し時には、各処理区とも増菌培養によっても検出されなかった。好気性中温細菌数は石灰窒素の添加により試験開始時でC区より1~2 log₁₀減少したが、その後は堆肥化期間中C区とほぼ同程度の菌数で推移した。

考 察

外気温の低い春季に開始した堆肥化試験では、石灰窒素の添加量が増すにつれ発酵の立ち上がりが遅れる傾向が見られた。一方、外気温の高い夏季に開始した試験では、石灰窒素添加区においても無添加区と同様に品温は堆積後速やかに上昇し、その後も発酵は良好に進行した。

石灰窒素の添加により、試験開始時のpHはいずれも10~12に高まり、好気性中温細菌数は1~2 log₁₀減少し

た。堆肥化の反応速度はpH8～10が最大である¹⁾。また、好気性中温細菌数は堆肥化の初期の主要な細菌群である⁵⁾。これらのことを考慮すると、石灰窒素の添加による発酵の遅延は、好気性中温細菌数の減少や高アルカリ条件下での微生物活性の抑制によるものであると考えられた。

石灰窒素の殺菌成分であるシアナミドは加水分解により尿素を経てアンモニアへと変化し殺菌力は失われる³⁾。この加水分解の速度は温度と水分によって支配され、温度が高まるとその分解速度は増大する。また、石灰窒素中のアルカリ分であるCa(OH)₂は堆肥中で微生物の代謝産物であるCO₂と反応し弱アルカリ性のCa(HCO₃)₂へと変化する。温度が上昇すると堆肥中の微生物の活性が高まるため、CO₂の生成量は増大しCa(OH)₂からCa(HCO₃)₂への反応が進み、堆肥のpHは低下したものと考えられる。すなわち、石灰窒素を牛ふん尿オガクズ混合物へ添加した場合、添加後の混合物の品温が高まると、シアナミドの分解速度やpHの低下速度が速まるものと考えられる。したがって、高温期に開始した堆肥化試験で石灰窒素添加区でも対照区と同時に品温が上昇したのは、アルカリ分や殺菌成分が低温期よりも速やかに消失したためと考えられた。

石灰窒素添加堆肥では堆肥化過程における窒素減少率が著しく高かった。これは石灰窒素の添加によりC/Nが低下し、微生物が菌体合成に必要な以上の窒素が存在したために高pH条件下でアンモニアとして揮散したものと考えられる。

大腸菌は無添加区においては両試験とも60 をこえるピークを2回経過した後死滅したが、石灰窒素添加区ではいずれも無添加区より速やかに死滅した。特に、低

温期に開始した堆肥化試験では、石灰窒素添加区の大腸菌は品温が上昇する前に死滅しており、速やかな殺菌効果が確認された。このことから、十分な温度上昇が伴わないような堆肥化条件下でも、石灰窒素の添加により大腸菌の殺菌が可能であることが示された。石灰窒素の添加量は1%でその殺菌効果が確認されたが、石灰窒素の殺菌効果は温度が高まると低下すること⁴⁾、また、実用場面では均一な混合が難しいこと等を考慮すると、2%程度が望ましいものと考えられた。

以上の結果より、牛ふん尿敷料混合物への石灰窒素の添加は、大腸菌を速やかに殺菌するものの、堆肥化の際に有機物分解を抑制したり、低温期において発酵を遅延する傾向がみられた。石灰窒素の添加は大腸菌が死滅する50以上¹⁾の品温が期待できない場合や速やかな殺菌を必要とされる場面において有効な殺菌手段であると考えられた。

文 献

- 1) 藤田賢二：コンポスト化技術．初版．67-68．技報堂，東京．(1993)
- 2) GOLUKE, C.G. : Biological reclamation of solid waste. Rodale Press, Emmaus, Penn. 89(1977)
- 3) 化学大辞典編集委員会：化学大辞典5．第26版．335-336．共立出版，東京(1963)
- 4) 湊 啓子・田村 忠・前田善夫：石灰窒素の牛ふん中大腸菌に対する殺菌効果．道畜試研報，24：20-23(2001)
- 5) 山里一英：微生物の分離法．第2版 193-198．R & Dプランニング，東京．(1990)

Effects of adding nitroilime to composting cattle manure and the impact on Escherichia coli

Keiko MINATO, Tadashi TAMURA and Yoshio MAETA¹

Hokkaido Animal Research Center

¹Konsen Agricultural Experiment Station

(Received 7 May 2001, Accepted 27 June 2001)

Corresponding : Keiko MINATO (e-mail : minatokk@agri.pref.hokkaido.jp)

This experiment was carried out to determine the effect of adding nitroilime to composting cattle manure and the impact on Escherichia coli (E.coli) . Nitroilime was added to about 200kg of manure-sawdust mixture at a rate of 0,1,2and 3%, and piled in the composting apparatus. The experiment was carried out once in the spring and once in the summer. Immediately nitroilime was added to manure-sawdust mixture, the piles with nitroilime had high pH values of approximately 10-12, and the number of aerobic mesophilic bacteria exhibited approximately 1-2 log₁₀ reduction compared with control piles, in both experiments. The spring trial started in when it was still cold, and increasing the volume of nitroilime appeared to delay the start of composting. On the other hand, it was warm in the summer trial and the piles' temperature rapidly increased after the start of composting in the piles with nitroilime added and the control ones. The piles with nitroilime added appeared to have a lower ratio of decomposed organic matter, and the ratio of decrement of total nitrogen was higher during the composting period in both the spring and summer. E.coli died out after the piles' temperature had passed more than 60 °C two times in the control piles. On the other hand, in the nitroilime piles E.coli died out rapidly after the start of composting, even if the piles' temperature didn't increase. This suggests that adding nitroilime to a manure-sawdust mixture is a very effective method of destroying E.coli, but it appears to suppress decomposition of organic matter and delay the start of composting in cold weather.

Key words : nitroilime, cattle manure, composting, E.coli

蒸煮処理した小麦稈のめん羊における自由摂取量, 乾物消化率, 可消化乾物摂取量

阿部英則・山川政明¹

北海道立畜産試験場

¹北海道立根釧農業試験場

キーワード: 栄養価、小麦稈、蒸煮処理

(2000. 7. 5 受付, 2001. 6. 4 受理)

Voluntary Intake, Dry Matter Digestibility and Digestible Dry Matter Intake of Steam Pressured Wheat Straw fed in Sheep

Hidenori ABE and Masaaki YAMAKAWA¹

Hokkaido Animal Research Center

¹Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station

Keywords: Nutritive value, Wheat straw, Steam treatment

(Received 5 July 2000, Accepted 4 June 2001)

道畜試研報, 24: 18-20, 2001

低質粗飼料である圃場副産物の栄養価を改善する手段としてアンモニア処理および蒸煮処理があげられる。わら類に対するアンモニア処理の栄養価改善効果は広く知られており、一部では実用化がはかられている。他方、シラカンバを蒸煮処理すると、肉用牛のエネルギー飼料として十分利用可能であるとされ⁶⁾、わら類の栄養価改善に対する蒸煮処理の効果が期待される。しかし、稲わらを適条件と考えられる8kg/cm²の圧力で5, 10分間²⁾および20分間⁷⁾蒸煮してもアンモニア処理した場合の自由摂取量や乾物消化率を越えることはなかった。そこで、稲わらと並んで大量に産出される小麦稈を取り上げて蒸煮処理し、アンモニア処理を越える栄養価改善をめざすとともに、チモシー、オーチャードグラス乾草の栄養価と比べた。

材料および方法

供試小麦稈は購入したものであり、品種や栽培条件は不明である。この小麦稈約100gを4, 8, 12および16kg/cm²の圧力で5, 10分間蒸煮し、セルラ-ゼによる乾物分解率を指標として蒸煮条件の絞り込みを行い、その結果から12kg/cm²の圧力で5および10分間の蒸煮処理を行った。また、アンモニア(NH₃)処理も行った。

蒸煮処理は小麦稈約100kgを数個のコンパクトベールにし、大型の高圧蒸煮釜を用いて行った。NH₃処理は結束した小麦稈を堆積して水分含量が約30%となるように加水し、乾物重当たり3%の液化アンモニアを注入する

スタック方式で行った。おおむね1カ月後に開封し、過剰のアンモニアを揮散させてから供試した。

これら小麦稈について消化試験を行うとともに、栄養価を比較するため、5点のイネ科乾草についても消化試験を行った。その内訳はオーチャードグラスの出穂期、開花期、結実期およびチモシーの出穂期、開花期であり、いずれも一番草である。

消化試験は供試材料につき各4頭のサフォ-ク種去勢羊を用いて行った。供試羊の平均体重は62.6±10.6kgである。無処理、蒸煮あるいはNH₃処理小麦稈は10%程度の残飼が出るように自由採食させたが、タンパク質不足を考慮して、乾物消化率(DMD)既知の大豆粕を体重kg当たり4g併給した。イネ科乾草は単一給与とし、10%程度の残飼が出るように自由採食させた。いずれの場合も7日間の予備期ののち、本期7日間の自由摂取量(VDMI)を求め、また全糞を採取してDMDを測定した。小麦稈と大豆粕を合わせたDMDから大豆粕のDMD相当分を差し引いて小麦稈のみのDMDを算出した。なお、大豆粕は100%摂取されていた。このVDMIとDMDを乗じて可消化乾物摂取量(DDMI)を求めた。

小麦稈のヘミセルロース、セルロース、酸性デタージェントリグニン(ADL)含量の測定はVAN SOEST and GOERINGの変法¹⁾で、高消化性繊維(Oa)と低消化性繊維(Ob)含量の測定は酵素分析法⁴⁾で行った。

小麦稈における処理間の有意差検定は一元配置の分散分析で行った⁸⁾。

連絡者 (Corresponding): 阿部英則 (Hidenori ABE)

e-mail: abehide@agri.pref.hokkaido.jp

蒸煮小麦稈の栄養価

Table 1 . Chemical composition of steam pressured and ammoniated wheat straw . (% DM)

Treatment	Total nitrogen	Cellulose	Hemicellulose	ADL	Oa	Ob
Untreated	0.5	45.6	30.0	9.2	10.7	66.5
12 kg/cm ² steamed for 5min.	0.5	44.5	21.6	10.5	-	-
10min.	0.5	45.9	12.6	10.9	13.7	49.4
Ammoniated	0.9	48.0	25.7	10.0	-	-

ADL : Acid detergent lignin

Table 2 . VDMI, DMD and DDMI of steam pressured and ammoniated wheat straw fed in sheep .

Treatment	VDMI (g/kgBW/day)	DMD (%)	DDMI (g/kgBW/day)
Untreated	13.5 ^c	41.8 ^c	5.7 ^d
12kg/cm ² steamed for 5min.	21.1 ^b	21.1 ^b	10.9 ^b
10min.	25.3 ^a	51.0 ^b	12.9 ^a
Anmmoniated	15.5 ^c	54.6 ^a	8.4 ^c
Orchardgrass hay heading	21.3	65.6	14.0
(1st cut) blooming	19.7	61.7	12.2
seed setting	13.6	45.9	6.2
Timothy hay heading	23.6	63.5	15.0
(1st cut) blooming	17.2	58.2	10.0

VDMI : Voluntary dry matter intake DMD : Dry matter digestibility

DDMI : Digestible dry matter intake

Means on the same column with unlike superscripts are different (p<0.05).

結果および考察

12kg/cm²で5, 10分間蒸煮処理およびNH₃処理した小麦稈の成分組成を表1に示した。

蒸煮処理によってヘミセルロース含量は顕著に低下し, その程度はNH₃処理を上回った。処理によるセルロース含量の変化は少ないが, ADL含量はやや高まった。これらの傾向は稲わらを蒸煮した場合と同様であった^{2,7)}。また, 12kg/cm²で10分間蒸煮した場合ではOb含量が減ってOa含量は高まった。

小麦稈のVDMI, DMDおよびDDMIを表2に示した。表にはイネ科乾草5点についても併せ示した。

小麦稈を蒸煮した場合のDMDはNH₃処理のそれには及ばなかったが, 無処理と比べて有意に高かった。VDMIについては, 蒸煮処理小麦稈は無処理, NH₃処理小麦稈を有意に上回り, とりわけ10分間蒸煮が多かった。

蒸煮処理によるVDMIとDMD向上の結果, DDMIは無処理と比べて90~130%, NH₃処理と比べても30~50%増加した。12kg/cm²で10分間蒸煮した小麦稈のDDMIは12.9g/kgBW/日であり, 出穂期のチモシ-およびオーチャードグラス乾草には及ばなかったものの, 開花期のオーチャードグラス乾草のDDMI12.2g/kgBW/日に匹敵した。

12kg/cm²で10分間蒸煮した場合の小麦稈のVDMIとDMDの向上率はそれぞれ87と22%であり, 小麦稈の蒸煮は主としてVDMIの増加と特徴づけられるが, その機作については興味もたれるところである。本試験の12kg/cm²で10分間蒸煮では, Ob含量が減ってOa含量は高まった。また, 金ら⁵⁾は小麦稈を蒸煮後爆砕処理すると, 反芻胃におけるセルロースとADLの可消化分画が増し, 中性デタージェント繊維(NDF), ヘミセルロース, ADLの分解遅滞時間が短くなることを認めている。これらのことは蒸煮処理によってリグニンがダメージを受けリグニンに束縛されない繊維が増えて, それがDMDの向上につながったことを示すものであるが, VDMI増加を説明するには十分とはいえない。阿部・山川³⁾は小麦稈を蒸煮処理すると, 全消化管内充満度とNDF消化率が高まる一方で, 反芻胃内滞留時間が短くなることを認めている。このことは蒸煮処理された小麦稈は反芻胃に密に充填される一方で, その飼料片の反芻胃内消失率が高いため, 大きなVDMIをもたらしたことを推測させるものである。

以上のように, 小麦稈を12kg/cm²で10分間蒸煮処理することでDDMIはNH₃処理を上回り, さらにイネ科乾草と比べても開花期と同程度に高め得る可能性が示された。

文 献

- 1) 阿部 亮：炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料栄養価評価法への応用．畜試研資，2:16-29（1988）
- 2) 阿部英則・山川政明・岡本全弘：蒸煮，アンモニア処理およびこれらを複合処理した稲わらの自由摂取量と消化率．日草誌，44:378-380（1999）
- 3) 阿部英則・山川政明．蒸煮処理した小麦稈の自由摂取量，消化率および反芻胃内滞留時間，全消化管内充満度：日草誌，46: 261-264（2000）
- 4) 牧草・飼料作物栄養価問題検討委員会編：牧草・飼料作物栄養価評価の手引き．18-22．北農会，札幌．（1991）
- 5) 金 海・浜名克己・菱沼 貢・大浦良三・関根純二郎：蒸煮・爆砕処理が小麦わらの成分含量およびその反芻胃内分解様相に及ぼす影響．日畜会報，69:293-298（1998）
- 6) 梶川 博・寺田文典・田野良衛・岩崎和男・伊藤稔・長沢定雄・富村洋一・松田敏誉・石井 忠・須藤賢一・志水一允・大山嘉信：蒸煮解繊処理したシラカンバの給与がホルスタイン種去勢牛の飼料摂取量および増体量に及ぼす影響．日畜会報，58:101-106（1987）
- 7) 岡本全弘・阿部英則：稲わらのアンモニア処理，蒸煮およびこれらの複合処理がめん羊の自由摂取量と消化率に及ぼす影響．日畜会報，60:1117～1121（1989）
- 8) 吉田 実：畜産を中心とする実験計画法．第2版 68-87．養賢堂，東京．（1978）

石灰窒素の牛ふん中大腸菌に対する殺菌効果

湊 啓子・田村 忠・前田 善夫¹

北海道立畜産試験場

¹北海道立根釧農業試験場

キーワード：石灰窒素，大腸菌，牛ふん

(2000.5.7 受付，2001.6.27 受理)

The effect of sterilized for Escherichia coli in cattle manure by nitrolime adding .

Keiko MINATO, Tadashi TAMURA and Yoshio MAETA¹

Hokkaido Animal Research Center

¹Konsen Agricultural Experiment Station

Key words : nitrolime, E.coli, cattle manure

(Received 7 May 2001, Accepted 27 June 2001)

近年，病原性大腸菌によるヒトの感染症が多発し，その感染源の一つとして牛ふんが考えられている．牛ふん中にはその他にもいくつかの人畜共通感染症の原因微生物の存在が確認されており³⁾，肥料や土壌改良剤として作物と直接接触する家畜ふん堆肥は，その衛生面からの安全性が強く求められている．

大腸菌はいずれも熱に弱く，60℃，15～20min間の曝露により死滅する¹⁾．家畜ふんは堆肥化により60～70℃，時には80℃を越える品温に達するため，この発酵熱により大腸菌を死滅させることが可能である．発酵熱を高めるためには敷料等の副資材を十分量混合し，ふんの通気性を改善することが重要であるが，近年，飼養頭数の増大やオガクズ価格の高騰等の理由から副資材の入手が困難な場面が多くみられる．このように副資材が確保できず発酵熱が十分に上昇しない場合や品温上昇の抑制される冬期間，また，速やかな殺菌を必要とする場面等で発酵熱に頼らない殺菌手段が早急に求められている．

これまでに家畜ふん中の大腸菌を殺菌することに関する研究はほとんどされていない．そこで著者らは，殺菌作用をもつ肥料である石灰窒素の混合により牛ふん中大腸菌の殺菌を試みた．石灰窒素は塩基性の窒素肥料であるが，主成分のシアナミドが殺菌作用を持ち，農薬として馬鈴薯の茎葉枯凋剤や土壌病害虫の防除にも利用されている．

本試験では，牛ふんおよび牛ふん堆肥中の大腸菌に対する石灰窒素の殺菌効果およびその適切な添加量を検討した．

材料および方法

1. 牛ふん中大腸菌に対する石灰窒素の殺菌効果

牛ふん中大腸菌および堆肥化の初期に増殖する好気性中温細菌に対する石灰窒素の殺菌効果を添加量を変えて検討した．

牛ふん300g(水分88%)に，石灰窒素を0，0.5，1および2%添加してよく混和した(それぞれ0，0.5，1および2%区)．混合物を800mlのホリエルン製広口瓶(以下ポリ瓶)につめ，20℃の恒温槽内で48h静置培養した．石灰窒素添加直後(0h)，24および48h後に試料を採取し，大腸菌数および好気性中温細菌数を希釈平板法により計数した．大腸菌はChromocult Coliform Agar培地(MERCK社製,以下CA培地)を用い，37℃で24h培養後に出現した濃青～紫色のコロニー数を計数した．好気性中温細菌はTrypticase Soy Agar培地(BBL社製,以下TSA培地)を用い，30℃で48h培養後に出現したすべてのコロニー数を計数した．また，0.5，1および2%区の培養24および48h後のサンプルについては希釈平板法と同時に大腸菌の死滅を確認するため増菌培養を行った．増菌培養は，試料10gを90mlのTrypticase Soy Broth培地(BBL社製,以下TSB培地)に懸濁し，37℃で24h静置培養した．培養液100μlをCA培地に接種し，37℃で24h培養後のコロニー形成の有無によって大腸菌の死滅を判定した．結果は，平板法において検出限界以下で，なおかつ増菌培養によっても検出されなかったものをN.D.(Not Detected)，増菌培養により検出されたものを2>(検出限界以下)と表記した．

連絡者 (Corresponding) : 湊 啓子 (Keiko MINATO)

e-mail : minatokk@agri.pref.hokkaido.jp

Table 1. Changes in viable counts of E.coli and aerobic mesophilic bacteria of manure-sawdust mixture added to nitrolime in incubation at 20 .

Microorganism Nitrolime added(%)	E.coli				Aerobic mesophilic bacteria			
	0	0.5	1	2	0	0.5	1	2
Time(hr)			
	log CFU/g							
0	6.0	5.9	3.8	2 > ^a	8.2	7.9	8.0	7.9
24	-	7.4	N.D. ^b	N.D.	8.0	8.0	7.8	7.7
48	5.2	6.5	N.D.	N.D.	8.6	8.1	8.1	7.6

^a2 > :E.coli was under minimum detection level, but it could be detected in enrichment culture.

^bN.D.:E.coli was not detected in enrichment culture.

2. 牛ふん尿オガクズ混合物中大腸菌に対する石灰窒素の殺菌効果

1) 培養温度の影響

温度条件が石灰窒素の殺菌作用に及ぼす影響を検討した。石灰窒素の添加量は混合物当たり 1.3%とした。この添加量は前述の試験で速やかな殺菌効果を示した牛ふん当たり 2%に相当する。

牛ふん尿オガクズ混合物（ふん：尿：オガクズを重量比で5:1:2の割合で混合，水分66%）に対し石灰窒素を1.3%（1.3%区）添加してよく混和した。この1000gを1ℓのポリ瓶2本に詰めたものを1組とし，石灰窒素を添加しない対照区（0%区）を同様にもうけた。各々を4，20，30 および37 の恒温槽内で10日間静置培養した。培養後0，1，3，7 および10日後に試料を採取して大腸菌および好気性中温細菌の菌数を前述の方法で計数した。

2) 石灰窒素添加量の検討

前述の割合で混合した牛ふん尿オガクズ混合物（水分70%）に，石灰窒素を0，1.3，1.9，2.2および2.5%（それぞれ0，1.3，1.9，2.2および2.5%区）添加してよく混和した。この濃度は牛ふん量に対してそれぞれ0，2，3，3.5，および4%に相当する。混合物1000gを1ℓのポリ瓶2本に詰めたものを1組とし，各々2反復を設け37 で48h静置培養した。培養後0，24，48h後に試料を採取して大腸菌および好気性中温菌の菌数を前述の方法で計数した。1.9%，2.2%および2.5%区については希釈平板法と同時に前述の方法で増菌培養を行った。増菌培養の結果は前試験と同様に表記した。また，培養開始時のpHを測定した。pHは原物試料100gに蒸留水500mlを加え攪拌しガラス電極法により測定した。

結果および考察

1. 牛ふん中大腸菌に対する石灰窒素の殺菌効果

各処理区における牛ふん中大腸菌および好気性中温細菌数の推移を表1に示した。大腸菌数は0%および0.5%区では培養期間中5～

7logCFU/g程度であった。1%区では培養24h後には増菌培養によっても検出されず大腸菌の死滅が確認された。2%区では培養開始時で大腸菌はすでに検出限界以下であり，24h後には死滅していた。好気性中温細菌数は処理間で顕著な差はみられなかったが，2%区で0%区よりやや低い菌数を推移する傾向が見られた。以上の結果，牛ふん中大腸菌の殺菌には石灰窒素1%以上の添加が必要であると考えられた。

2. 牛ふん尿オガクズ混合物中大腸菌に対する石灰窒素の殺菌効果

1) 培養温度の影響

各処理区における牛ふん尿オガクズ混合物中の大腸菌および好気性中温細菌数の推移を表2に示した。

0%区の大腸菌数は培養開始時で7～8logCFU/gであり，いずれの培養温度においても試験期間中生存していた。1.3%区の大腸菌数は4 培養で3日後，20 培養で1日後に検出限界以下となった。30 および37 培養では大腸菌は10日後においても生存していた。好気性中温細菌数は4 および20 培養では試験期間中1.3%区で0%区よりやや低い値を推移する傾向が見られた。30 および37 培養においては，大腸菌は培養3日目までは1.3%区で0%区よりやや低い菌数で推移したが，7日目以降は両区ともほぼ同様の菌数を推移した。

石灰窒素の殺菌効果はその主成分であるカルシウムシアナミドの加水分解により生じたシアナミド（CH₂N₂）が微生物の酸化還元酵素を阻害することにより生じる⁶⁾。シアナミドは加水分解により尿素を経てアンモニアへと変化して殺菌力は失われる⁴⁾。その分解速度は温度と水分によって支配されるため，30 および37 培養において大腸菌が生存したのは，シアナミドの分解速度が速くその殺菌効果が持続しなかったことが一因として考えられる。また，大腸菌は30～37 で良好に発育する中温菌に分類される細菌であるため²⁾，大腸菌が増殖しやすい条件下にあった影響も考えられた。

以上の結果，石灰窒素の殺菌効果は温度条件に左右され，石灰窒素を混合した牛ふん尿オガクズ混合物の品温が高まると殺菌効果は低下するものと考えられた。

石灰窒素の牛ふん中大腸菌に対する殺菌効果

Table 2 . Changes in viable counts of E.coli and aerobic mesophilic bacteria of manure-sawdust mixture added to nitrolime in incubation at different temperature.

Microorganism	Temperature()	4		20		30		37					
	Nitrolime added(%)	0	1.3	0	1.3	0	1.3	0	1.3				
	Days				log CFU/g						
E.coli	0	7.9	5.2	6.8	5.5	7.9	5.2	7.9	5.2				
	1	5.6	2.4	8.6	2 >	9.0	3.4	8.4	5.0				
	3	6.4	2 > ^a	7.7	2 >	8.0	5.1	6.2	2.9				
	7	5.9	2 >	8.1	2 >	7.0	-	5.8	6.7				
	10	6.1	2 >	7.9	2 >	6.8	8.0	6.6	4.8				
Aerobic mesophilic bacteria	0	7.9	7.7	8.4	7.3	7.9	7.7	7.9	7.7				
	1	7.8	7.2	7.3	7.3	9.4	8.3	8.1	7.7				
	3	7.9	7.5	8.3	7.1	9.5	7.9	9.1	8.5				
	7	9.5	7.4	9.2	7.2	9.0	9.2	8.3	8.5				
	10	9.2	6.4	8.1	7.7	9.2	9.7	9.4	9.2				

^a2 > :E.coli was under minimum detection level.

Table 3 . Changes in viable counts of E.coli and aerobic mesophilic bacteria of manure-sawdust mixture in incubation at 37 for different addition rates of nitrolime.

Microorganism	Nitrolime added(%)	0		1.3		1.9		2.2		2.5			
		0	0	1.3	1.3	1.9	1.9	2.2	2.2	2.5	2.5		
	Time(hr)				log CFU/g						
E.coli	0	6.3	6.3	4.5	4.1	2 > ^a	3.1	N.D. ^b	N.D.	N.D.	N.D.		
	24	8.9	8.9	5.1	6.1	2 >	4.3	2 >	N.D.	N.D.	N.D.		
	48	9.3	8.7	6.3	6.3	2 >	2 >	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.		
Aerobic mesophilic bacteria	0	7.4	7.3	6.6	6.8	6.2	6.6	6.9	6.1	6.6	7.1		
	24	9.5	9.6	6.8	6.6	5.0	6.1	4.6	4.6	4.6	4.6		
	48	10.1	10.1	6.6	6.5	5.3	5.0	3.9	4.2	4.2	3.6		

^a2 > :E.coli was under minimum detection level, but it could be detected in enrichment culture.

^bN.D.:E.coli was not detected in enrichment culture.

2) 石灰窒素の添加量の検討

前試験において大腸菌が生存した37 培養条件下で、石灰窒素の添加量を増やした場合の大腸菌および好気性中温細菌数の推移を表3 に示した。

0%区の大腸菌は培養48hで3log₁₀増加した。1.3%区の大腸菌は培養期間中2 反復とも生存したが、1.9%区では2 反復の内的一方で培養開始時、もう一方では48h後に検出限界以下となった。また、2.2%および2.5%区では大腸菌は培養開始時ですでに死滅していた。以上の結果、37 培養において牛ふん中大腸菌を速やかに死滅させるには2.2%以上の添加が必要と考えられた。

好気性中温細菌数は0%区では培養48hで約3log₁₀増加したのに対し、1.3%区では0%区の培養開始時から約1log₁₀、1.9%添加では約2log₁₀、2.2および2.5%添加では3~4log₁₀減少した。好気性中温細菌は堆肥化の初期に易分解性有機物を分解し品温を上昇させる役目を担うため⁷⁾、この菌の減少により発酵が阻害される可能性が懸

念された。

培養開始時の各処理区のpHは0、1.3、1.9、2.2および2.5%区でそれぞれ8.5、10.9、11.5、11.5および11.9であり、石灰窒素1.3%以上の添加で大腸菌の発育可能なアルカリ側の上限であるpH9.53⁵⁾を大きく上回った。このことから、石灰窒素の大腸菌殺菌効果はシアナミドによるものだけでなくpHの上昇による影響も関与するものと示唆された。

以上の結果、牛ふんおよび牛ふん尿オガクズ混合物中の大腸菌は、20 以下では石灰窒素約1%の添加で検出限界以下となったが、37 培養では約2%が必要であった。これらのことから、石灰窒素の殺菌効果は温度により影響を受けることが明らかとなり、石灰窒素混合物の品温が高まると殺菌効果は低下するものと考えられた。一方で、牛ふんへの石灰窒素の添加は好気性中温菌数の減少やpH値の上昇をもたらす、ふん尿を堆肥化処理す

る場合に発酵を阻害する可能性も懸念される。石灰窒素の添加が堆肥化に及ぼす影響は、今後検討を要する課題である。

文 献

- 1) GOLUKE, C.G. : Biological reclamation of solid waste. Rodale Press, Emmaus, Penn. 89 (1977)
 - 2) 東 匡伸, 小熊恵二 : 微生物学. 改訂第2版. 19. 南江堂. 東京 (1998)
 - 3) JANEL, M., R. D. BARDGETT, J. M. ROGER, F. P. BRIAN, K. T. MICHAEL and K. THEODOROU : Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution. Applied. Soil Ecology. 2:1-15 (1995)
 - 4) 化学大辞典編集委員会 : 化学大辞典 5. 第26版. 335-336. 共立出版, 東京. (1963)
 - 5) 坂崎利一 : 食水系感染症と細菌性食中毒. 新訂. 180-201. 中央法規出版, 東京 (2000)
 - 6) 渡辺優 : 石灰窒素の生理活性とその機構. 農業および園芸. 70 : 677-679 (1995)
 - 7) 山里一英 : 微生物の分離法. 第2版. 193-198. R & D プランニング, 東京. (1990)
-

回転式固体発酵装置を用いた麹かびによる馬鈴薯デンプン粕からの微生物タンパク質生産

阿部英則・山川政明¹

北海道立畜産試験場

¹北海道立根釧農業試験場

キーワード：固体発酵、デンプン粕、微生物タンパク質

(2000.9.19 受付, 2001.6.4 受理)

Microbial biomass protein production by incubation of koji fungi on potato waste using rotating solid state fermentor

Hidenori ABE and Masaaki YAMAKAWA¹

Hokkaido Animal Research Center

¹Hokkaido Kosen Agricultural Experiment Station

Key words : Solid state fermentation, potato waste, Microbial biomass protein

(Received 19 September 2000, Accepted 4 June 2001)

稲わら, キャッサバ, バナナ廃棄物に糸状菌を固体培養して微生物タンパク質含量を高め, 飼料として利用する試みがなされている⁷⁾. 著者らは馬鈴薯デンプン粕(デンプン粕)に麹かびを固体培養して微生物タンパク質を生産し, 培養残渣を含めた総体(potato waste microbial biomass protein: PWMBP)の飼料としての利用をはかっている. これまでにデンプン粕に旺盛に増殖する麹かび *Aspergillus oryzae* TK-41株(TK-41株)を選抜し, タンパク質生産に適切な培地組成を実験室規模で検討し, 窒素, リン酸源として尿素, 硫酸アンモニウム, リン酸二水素-アンモニウムが適していることを明らかにした^{1,3)}. これらには実験用試薬を用いた.

これに引き続き, 本研究では, 窒素, リン酸源として安価な肥料用の尿素, 硫酸アンモニウム, リン酸アンモニウム(リン酸二水素-アンモニウムとリン酸一水素二

アンモニウムの混合物)の利用を検討した. さらに, 回転式の固体発酵装置(rotating solid state fermentor:RSSF)を試作してその性能を評価し, またPWMBP生産量の増加を試みた. デンプン粕は極めてべたついており, 好気性菌である麹かびは表面付近でしか増殖しない.そこで, 培養原料を造粒して物性を改善し, 原料内部への菌糸伸長を促し, また培養物を攪拌して通気性を高めることをRSSFのねらいとした.

材料および方法

1. 肥料用窒素, リン酸源の利用

表1に示す4種の培地を水分含量67%になるように調整し, 次いでデンプンをアルファ化するため高压滅菌し, TK-41株の胞子を接種した. 尿素は高压滅菌後に加えた. 次いで, 大型ペトリ皿を用い30℃で3日間培養し, 前報¹⁾

Table 1. Composition of media for PWMBP production

	(g/petri dish)			
	A	B	C	D
Potato pulp	21.5			
Urea	0.6	0.6	0.3	0.3
Ammonium sulphate	0.6	-	0.3	-
Ammonium phosphate	0.6	0.6	0.3	0.3
Water	36.4	36.4	37.5	37.5

PWMBP: Microbial biomass protein converted from potato waste by incubation with koji fungi

Potato pulp: Dried potato waste

Ammonium phosphate: Mixture of ammonium dihydrogen phosphate and diammonium monohydrogen phosphate

Urea, ammonium sulphate and ammonium phosphate were used fertilizer & these.

連絡者 (Corresponding): 阿部英則 (Hidenori ABE)

e-mail: abehide@agri.pref.hokkaido.jp

25

Table 2. Total, proteinous nitrogen, protein content (DM%) and protein ratio(%) of PWMBP produced from various media

	Total nitrogen	Proteinous nitrogen	Protein	Protein ratio
A	4.37	2.66	16.6	60.9
B	3.81	2.67	16.7	70.1
C	3.17	2.27	14.2	71.6
D	2.45	1.89	11.8	77.1

Protein ratio : Ratio of proteinous nitrogen content to total nitrogen content

のPWMBPのタンパク質含量と比べた。

デンプン粕にはポテトパルプ(水分含量10~15%)を用いたが、これは脱水デンプン粕をフラッシュドライヤーで乾燥し、粉碎したものである。供試菌株はマイコトキシン非産生株であり、農水省(現独立行政法人)食品総合研究所から分与された。

2. RSSFにおける培養条件の検討

RSSFを試作した。これはドラム型発酵槽(直径80cm×長さ120cm)がゴムローラの上に載っており、発酵槽そのものを回転するようにした。回転することで、原料の造粒、培養物の攪拌をはかるため、槽内には4枚の仕切り板(巾20cm)を取り付けた。この発酵槽は側面中心部からファンで入・排気するようになっており、入気には加温器がついて温度調整が、また排気の一部を循環することで湿度が保たれるようにした。

原料の混合とデンプンをアルファ化するための蒸煮は同じ装置(混・蒸機)で行った。この装置(長さ100cm×巾50cm×深さ60cm)の底部は半円状で、中央部に回転する2枚のらせん状羽根がついており、蓋はボルト締めで高温蒸気を吹き込むようになっている。混・蒸機は魚残滓に糸状菌を培養する際に原料の混合、滅菌を行うため、通産省北海道工業開発試験所(現独立行政法人産業技術総合研究所北海道センター)で試作されたものである。

デンプン粕には脱水デンプン粕を用いたが、これは水分含量が75~78%であって、タンパク質生産の適条件とされる70%程度¹⁾より高く、また極めてべたついている。そこで、水分調整と物性改善を兼ねてポテトパルプを1.で設定した尿素を除く原料に15%となるように混・蒸機で混合した。次いで、原料温度が90前後で10分間保たれるように蒸煮した。放冷後、ポテトパルプを含む原料に対し尿素を1%量、胞子が充分着生した種麹を0.4%量加え、再度混合した。その後、原料を発酵槽ごと緩やかに回転して造粒をはかり、以降30で静置培養した。培養物の温度が40を超える場合は、発酵槽を回転して攪拌し、通気を高める一方で放熱をはかった。これらの操作は無菌的には行わなかった。

この間、原料のべたつきや造粒の程度および培養物の攪拌状況、孢子形成などを観察し、また培養物の温度を測定し、培養条件を設定した。原料量は40kgである。

3. RSSFを用いたPWMBP生産

2.で設定した条件下でPWMBPを生産し、タンパク質含量を調べた。原料量は40kgと65kgである。

脱水デンプン粕、ポテトパルプは上川北部農協合理化澱粉工場で生産された。粗タンパク質は常法⁴⁾で、タンパク質はバルンスタイン法⁵⁾で測定した。

結果および考察

1. 肥料用窒素、リン酸源の利用

表1に示した4種の培地のタンパク質含量を表2に示した。それによると、A、B培地におけるタンパク質含量は16%を越え、前報¹⁾の最大値である15.5%をやや上回った。この中で、全窒素に占めるタンパク態窒素の割合が高いB培地を選択した。

2. RSSFにおける培養条件の検討

混・蒸機による混合で原料は練りこまれて、通気性が極めて低い状態となった。また、蒸煮に伴う水分増加によって原料表面はべたついていた。これらのため、蒸煮後の原料と尿素、種麹の混合は水分を均一となるようにするため、手作業で行わざるをえず複雑な作業となった。この原料を発酵槽に入れて回転したところ、2~3cmの粒状となった。回転数、時間はおおむね2rpm、3時間であった。

図1に培養物の温度変化を示した。培養1日後に菌糸が点状に見え始め、その頃から温度が上昇した。培養2および3日後に攪拌したが、麹かび増殖による菌糸伸長、

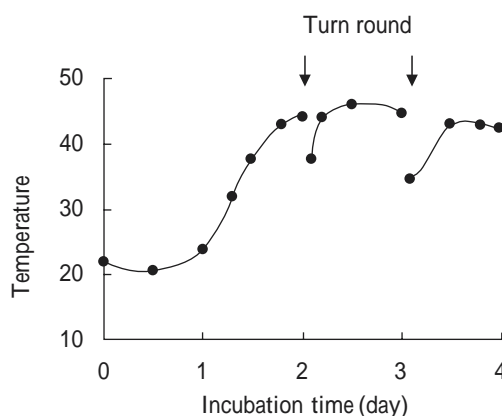


Fig. 1 Change in temperature of PWMBP during incubation

麹かびの固体培養によるタンパク質生産

Table 3 . Moisture(%), pH, protein content(DM%), Protein ratio(%) and DM loss(%) of PWMBP

Wt. of medium(kg)	Moisture	pH	Protein	Protein ratio	DM loss
40	64.6	6.7	14.2	62.6	41.8
65	65.7	6.0	12.9	56.3	31.1
Before incubation	67.1	5.1	5.1	-	-

培養物の収縮のため、大きな塊のような状態で培養物は移動し、これを手でもみほぐす作業が必要であった。培養物の温度は3日後以降は緩やかに低下する傾向であり、4日後には孢子の形成がみられたため、培養期間は4日間が望ましいと判断した。

3. RSSFを用いたPWMBP生産

PWMBPのタンパク質含量、乾物損失を表3に示した。培養によってタンパク質含量は4.7%から、原料量が40kgおよび65kgではそれぞれ14.2および12.9%へと大きく高まった。原料量が65kgの場合のタンパク質含量は40kgの場合よりも低いが、これは乾物損失が少ないことから裏付けられた。これらタンパク質含量は表2に示した少量調製の場合には及ばなかった。この違いは少量調製では通気性が良好なためまんべんなくTK-41株が増殖するのに対し、RSSFでは原料は2～3cmの粒状であり、粒内部では増殖が低いことが一因として考えられる。

糸状菌を多量の原料に培養するには内部への通気性の確保が必須である。そのため培養に先立ち、魚残滓²⁾ではペレット化、キャッサバ⁶⁾では造粒する事が報告されている。デンブン粕でも造粒することで堆積した原料内部のTK-41株の増殖は良好となった。しかし、原料量が40kgと65kgでは後者の方がタンパク質含量は低く、ペレット化した魚残滓の場合²⁾でも堆積高さが20cm以上になると微生物の増殖が低くなっている。したがって、PWMBPの大量調製のためにはより通気性の確保が必要であるといえる。

そのためには、まず混合方法を検討して原料が練りこまれたような状態になることを解消することが必要である。このことは繁雑な手作業の解消にもつながるであろう。また造粒時の粒径を小さくすることも考えるべきで

ある。

醸造分野では麹蓋を用いた麹製造が行われている。これは表面積を広くして好気的条件を保ち、麹蓋当たりでは少量調製であるが、多数用いることで製造量を確保する方法といえる。今後はPWMBP生産についてもこの方法を考慮する必要がある。

文 献

- 1) 阿部英則・森 勝美・柳本正勝. 麹かびの固体培養による馬鈴薯でん粉粕からの蛋白質生産. 滝畜研報, 25: 1-18 (1990)
- 2) 加藤富民雄・中里一郎・村田 晃・岡本 悟・米康夫. 発酵魚粉の製造実用化と飼料効果. 日農化誌, 60: 287-293 (1986)
- 3) 森 勝美・柳本正勝・岡田憲幸・柳井昭二. 固体培養法における馬鈴薯デンブン粕の蛋白質強化. 食総研報, 48:15-20 (1986)
- 4) 森本 宏監修. 動物栄養試験法. 286-292. 養賢堂, 東京. (1971)
- 5) 森本 宏監修. 動物栄養試験法. 318. 養賢堂, 東京. (1971)
- 6) SENEZ JC, M RAIMBAULT and F DESCHAMPS. Protein enrichment of starchy substrates for animal feeds by solid state fermentation. *World Animal Review*, 35: 36-39 (1980)
- 7) SHACKLADY CA Edited. The Use of Organic Residues in Rural Communities. 32-61. The United Nations University, Tokyo. (1983)

場外学術雑誌掲載論文抄録

胚輸送方式による牛性判別胚の移植

陰山聡一・山本裕介・山科秀也・岡本 康

北海道牛受精卵移植研究会会報(1998)17:25-27

性判別新鮮胚移植の現場応用システムのひとつとして、胚を性判別実施施設に持ち込んでサンプル採取した後、移植場所に輸送し、その間に性判別を行う「胚輸送方式」を2回試みた。計41個の胚を性判別し、雌14個、雄26個、判定不能1個であった。胚回収から移植までの所要時間はそれぞれ約8、12時間であった。性判別胚は雌と判定した胚のみを6および8個移植し、各3および5頭が受胎した。最終的に5頭の産子が得られ、その性別はすべて性判別の結果と一致していた。本方式は「庭先性判別」と比較して、コンタミネーションによる誤判別の危険が少ないという利点がある。また、この方式は2～3時間で胚を輸送できる範囲をカバーでき、北海道における普及形態として地域ごとのステーション方式が可能である。

胚細胞由来クローン牛の複数頭生産とDNAマーカーによる斉一性の検討

森安 悟・澤井 健・陰山聡一・南橋 昭・芦野正城・北野則泰・藤川 朗・山本裕介

北海道牛受精卵移植研究会会報(1998)17:29-32

現時点での技術水準におけるクローン牛の生産性を検証するため、クローン胚の作成・移植をおこなった。用いたドナー細胞数は54個で、これを46個の卵子に注入した。融合・分割・発生率はそれぞれ44(95.7%)、39(88.6%)、13(29.5)であった。発生胚のうち12個を12頭の受胎牛に移植し5頭が受胎(41.7%)、2頭流産で、最終的に4頭のクローン産子が得られた。産子4頭のうち2頭は移植した1個のクローン胚が2分割し双子になったと考えられる。得られたクローン産子についてマイクロサテライトDNA多型領域の解析を行なった結果、クローン牛間ですべてのマーカーにおいて対立遺伝子型が完全に一致していた。また親子間にも矛盾はなかった。(滝川畜試)

母牛専用の高低差ゲイト(薩摩ゲイト)について

寒河江洋一郎 杉本昌仁

北農(1998)65(3):82-87

母牛専用の高低差ゲイトいわゆる薩摩ゲイトは、周年放牧における子牛の発育改善のために鹿児島大学の柳田らが考案した。筆者らは、その母子牛群管理システムの導入・普及を図るために、2つの試験および鹿児島大学付属牧場を含む先進事例の調査を実施したので、それらの結果と既往の試験成績等とを合わせ、薩摩ゲイト活用のための資料として紹介する。

1. 試験1では、11組の黒毛和種母子牛と4組のアンガス母子牛を、高低差80cm(踏み台からの高さ65cm)、幅75cmの薩摩ゲイトを設置した放牧施設で分離管理した。その結果、母牛の出入り忌避、母牛同士の出入り妨害、子牛の脱出などが行動面での問題点として指摘できた。子牛の脱出については、子牛の日齢や体格が主因でないことが示唆された。
2. 試験2では、母牛の出入りを最優先し、高低差80cm(踏み台からの高さ60cm)、幅4mの薩摩ゲイトを設けて29組の黒毛和種母子牛を分離管理した。途中除外の2組を除く27組のうち12週以上分離継続の分離成功は11組(41%)にすぎなかった。分離失敗の16組はすべて子牛脱出によるものであり、そのうちの11組は分離継続4週未満(分離継続0日の4組を含む)であった。分離開始時の子牛日齢を15日齢未満と15日齢以上に区分してみても分離成功率に差がなかった。しかし、分離開始前の管理場所を施設内と草地内に区分してみると、分離成功率は前者で78%、後者で22%となり、この差は統計的に有意($P < 0.01$)であった。

結局、薩摩ゲイト利用の成否のポイントは母子関係の成立と母牛の出入りの学習の2つであるという認識が覆された。

3. 熊本・鹿児島の両県でも薩摩ゲイトの試験成績はあるが、県内で普及していない。発祥の地・鹿児島大付属牧場での薩摩ゲイト利用歴は10年以上になるが、試行錯誤の繰り返しで少しずつ改良を加えてきたという。附属牧場では、分娩牧区で分娩後7～10日間母子関係の成立を図った後、哺乳スペースに隣接した簡単な管理舎(治療等にも使う)に母子を移す。哺乳スペースと管理舎の境界柵の一部はクリープ柵であり、子牛は自由に哺乳スペースに出入りして既に分離管理している子牛群と交流する。1週間ほどで子牛同士の交流(集団行動)が成立したら分離管理を開始している。

つまり、母子関係の成立と母牛の出入りの学習に加えて哺乳スペースを快適な生活空間として認識させるための配慮が必要である。

18週齢時に屠殺した舎飼いサフォーク種雌および雄子羊の枝肉成績

出岡謙太郎（滝川畜試）・斉藤利朗（滝川畜試）

日本綿羊研究会誌．（1998）35：23-27.

雄24頭および雌14頭のサフォーク種子羊を供試し，雌雄の枝肉成績を比較し，日本綿羊協会のラム枝肉規格に基づき枝肉を評価した．子羊は舎飼いで濃厚飼料と乾草を併給し，18週齢時に屠殺した．屠殺時体重の平均値±標準偏差は，雄が 57.2 ± 3.5 kg，雌が 48.6 ± 3.1 kgであった．

枝肉重量は雌が低かったが（雄 27.0 ± 2.1 kg：雌 24.2 ± 2.5 kg， $P < 0.01$ ），枝肉歩留は雄が低い値を示した（雄 $52.0 \pm 1.7\%$ ：雌 $53.6 \pm 2.1\%$ ， $P < 0.05$ ）．枝肉中の腎臓脂肪の割合は雌が大きかったが（雄 $2.0 \pm 0.7\%$ ：雌 $2.9 \pm 0.8\%$ ， $P < 0.01$ ），背脂肪厚は雌雄間に差は認められなかった（雄 5.6 ± 1.5 mm：雌 6.0 ± 1.8 mm， $P > 0.05$ ）．ロース芯断面積は雄が大きかった（雄 17.1 ± 1.7 cm²：雌 15.5 ± 1.4 cm²， $P < 0.01$ ）．

これらの枝肉をラム枝肉規格で評価すると，雌では，14体中8体（57%）が，枝肉重量，背脂肪厚ともに望ましいとされている規格「M2」であったが，5体（36%）は背脂肪厚が過大な規格に該当した．一方，雄では，24体中13体（54%）において背脂肪厚が望ましい規格であったが，枝肉重量は19体（79%）が過大であり，「M2」に該当したのは4体（17%）のみであった．

2-4カ月齢離乳のクリープフィーディング子羊と成羊における消化率の比較

出岡謙太郎（滝川畜試）・斉藤利朗（滝川畜試）・大坂郁夫

日本草地学会誌．（1998）44：229-233.

離乳時期の異なる2，3および4カ月齢のサフォーク種雄子羊と成羊（サフォーク種去勢羊，2歳）に，乾草と子牛用人工乳あるいは乾草と乳牛用配合飼料を給与し，全飼料の消化率を比較した．子羊には2週齢から乾草と濃厚飼料をクリープフィーディングし，2，3あるいは4カ月齢で離乳させた．消化試験期間中は各個体を代謝ケージに収容した．全飼料の乾物摂取量はメタボリックボディサイズ当たり約55gとし，全飼料中の濃厚飼料の割合は乾物で約60%とした．また，2カ月齢で離乳させた4カ月齢時の子羊，4カ月齢で離乳させた子羊および成羊から，経口的に第一胃内容液を採取した．

2-4カ月齢の子羊では，乾物，有機物，粗蛋白質，粗脂肪，可溶無窒素物および粗繊維の消化率は，成羊に比べ総体的に低い値を示したものの，成羊との間に有意差が認められたのは，粗蛋白質と粗脂肪の消化率のみであった．第一胃内容液の揮発性脂肪酸濃度は，2カ月齢で離乳させた4カ月齢時の子羊，4カ月齢で離乳させた子羊および成羊の間に有意差は認められなかった．

クリープフィーディングした子羊は，2カ月齢で成羊にほぼ近い固形飼料の消化能力を有するようになっていることが示唆された．

子宮内膜上皮をドナー細胞とした体細胞クローン牛の作出

澤井 健・森安 悟・陰山聡一・山本裕介・芦野正城・北野則泰・松崎重範・山科秀也・岡本 康・藤川 朗・南橋 昭
北海道牛受精卵移植研究会会報（1999）18,34～37

9歳のホルスタイン雌牛の子宮灌流で得られた子宮内膜上皮の細胞塊を3代継代し凍結した．融解後血清飢餓培養し，これをドナー細胞として核移植を実施したところ5個の胚盤胞期胚が得られた．このうち4胚を受胎牛に移植し，2頭が受胎，最終的に1頭の産子を得た．体細胞クローン産子は生時体重37kg，帝王切開で娩出させた直後一時衰弱状態を示したものの回復した．またマイクロサテライトDNA多型解析を実施し，23種の個体識別用マーカーすべてにおいて，ドナー細胞提供牛とクローン産子の対立型が完全に一致していた．

Deletion of the Sry region on the Y chromosome detected in a case of equine gonadal hypoplasia (XY female) with abnormal hormonal profiles

S.Abe, Y-I.Miyake, S-I.Kageyama, G.Watanabe, K.Taya and K.Kawakura

Equine vet J. (1999) 31 (4): 336-338

We report the results of chromosome analysis, and detection of the Sry gene by the polymerase chain reaction (PCR) method in a case of a mare which appeared to be female but had not been in oestrus for 7 years since birth; and also the endocrinological profiles of this mare.

It can be concluded from this study that the deletion of the Sry on the Y chromosome resulted in a sterile mare similar to the bovine XY females. Furthermore, it seems that an equine XY female is phenotypically expressed by an early arrest of the oogenetic process which seems to result in an enhanced secretion of FSH and decreased secretion of INH.

交配前期の飼料給与水準およびPMSG-PGF2 処置の併用が雄効果を利用しためん羊の季節外繁殖に及ぼす影響
出岡謙太郎・斉藤利朗（滝川畜試）・草刈直仁
日本綿羊研究会誌．（1999）36, 19-26

本研究では、雄効果を利用しためん羊の季節外繁殖において、交配前期の飼料給与水準およびPMSG-PGF2 処置の併用が発情誘起率と受胎率に及ぼす影響を検討した。

分娩73日後に離乳したサフォーク種雌羊45頭を、交配前期の飼料給与水準2水準とPMSG-PGF2 処置の有無により4群に分け（H0群、H1群、M0群、M1群）、それぞれ群飼した。各群にはそれぞれ、前産次の分娩期に自然日長下で飼育した雌羊、20時間または24時間点灯下で飼育した雌羊を配した。分娩94日後から39日間にわたり、各群にそれぞれ雄羊1頭を同居させた。交配前期の1日1頭当たりTDN摂取量は、H0群とH1群では1.15kgであり、M0群とM1群では0.89kgであった。H1群とM1群には、雄羊同居開始後13日目に500IUのPMSGと15mgのPGF2 を筋注した。発情誘起率と受胎率をフィッシャーの直接確率計算法により検定した。

各群における発情誘起率はいずれも92%以上、また、受胎率はいずれも50%以上であり、群間に有意差は認められなかった。交配前期における飼料給与水準の違いによってH0群とH1群の日増体量はM0群とM1群よりも高い傾向にあったが、発情誘起率と受胎率には明瞭な影響を及ぼさなかった。分娩期における日長時間の違いは発情誘起率や受胎率に明瞭な影響を及ぼさなかった。雄羊同居法のみによって排卵を伴う発情が誘起され、さらに、PMSG-PGF2 処置を併用すると、周期的な卵巣活動が誘起され、かつ、発情を同期化できると推察された。

Emission Patterns of Malodorous Compounds and Green-house Gases from the Pile-type Composting of Cattle Manure
Animal Science Journal (1999) 70 (4): 235-239

Tadashi TAMURA, Takehiko KATAYAMA (Tottori prefectural Tottori Agricultural Extension Center)

Kiyonori HAGA (National Institute of Animal Industry, Tsukuba Norin Kenkyu Danchi)

The emission of malodorous compounds and greenhouse gases during the pile-type composting of cattle manure was determined. About 326kg mixture of raw manure-sawdust was piled in a box-type composting apparatus and composted without forced-aeration for 55 days, during which the pile was turned three times. Exhaust air from the apparatus was analyzed for malodorous compounds and greenhouse gases. Among the malodorous compounds, ammonia, methyl mercaptan and dimethyl sulfide were detected in the exhaust air. The significant emission of these three malodorous compounds were observed at the start and every turnings, and the emissions were rapidly reduced within several days. On the other hand, short emission of methane and nitrous oxide as greenhouse gases were observed at the start and every turnings, and moreover, characteristic gradual emissions were observed after 5 to 10 days from the start and the 1st turning. Thus emission pattern was quite different between malodorous compounds and greenhouse gases.

Effect of Accelerated Lambing System with Melatonin Feeding on Reproductive Performance for 2 Years in Suffolk Sheep Raised in Hokkaido

Naohito KUSAKARI and Mutsuo OHARA (Takikawa Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido)

J. Reprod. Dev. (1999) 45:283-288

This study was conducted to determine the effect of accelerated lambing caused by melatonin feeding in the spring on increasing lamb production. Forty-six Suffolk ewes, which conceived last autumn and expected to give birth in February of this year, were divided into 2 groups as follows. Group 1 (treatment, n=23) and Group 2 (control, n=23) ewes were adapted to accelerated lambing and natural lambing, respectively. The accelerated lambing system composed of melatonin feeding for 60-90 days starting in late March followed by ram introduction in May and re-breeding after autumn lambing. The natural lambing system was established so that the ewes were isolated from the rams until autumn resulting in one lambing per year. In these 2 groups, the reproductive performance was evaluated. In the accelerated lambing system, 78% of the ewes (18/23) successfully produced 3 sets of lambs every 2 years. The prolificacy per year of the ewes that were involved in the accelerated lambing system was more than that in the control ewes (224% VS. 159%, $p < 0.01$). The present results demonstrated that the accelerated lambing system with melatonin feeding only once every 2 years could result in greater lamb production than the natural lambing system.

Key words: Sheep, Season, Reproduction, Melatonin, Fertility.

Effects of Recombinant Bovine Granulocyte-Macrophage Colony-Stimulating Factor on Bovine Peripheral Blood Neutrophil Functions *in vitro* and *in vivo*

Tsunao HIRAI, Manabu OIKAWA, Shigeki INUMARU(National Institute of Animal Health), Yuichi YOKOMIZO(National Institute of Animal Health), Naohito KUSAKARI and Kiyokazu MORI

J. Vet. Med. Sci. (1999) 61(11):1249-1251

Effects of recombinant bovine granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (rboGM-CSF) on bactericidal activity of bovine peripheral blood neutrophils *in vitro* and *in vivo* were studied. In *in vitro* experiment, bovine blood neutrophils were cultured for 9 hr in media containing 0.005, 0.05 or 0.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ of rboGM-CSF. Neutrophils treated with rboGM-CSF showed significantly higher luminol-dependent chemiluminescence (LDCL) than control cells. In *in vivo* experiment, neutrophils isolated from cows injected 5.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ of rboGM-CSF showed significantly higher Nitrobluetetrazolium (NBT) reduction value than that from control cows 24 hr post injection. Total leukocyte counts of cows injected rboGM-CSF sharply decreased 6 hr post injection and recovered to normal level 2 days post injection. Body temperature of these cows rose 6 hr post injection and back to normal level at 24 hr post injection. It was suggested that rboGM-CSF enhanced bactericidal activity of bovine neutrophils both *in vitro* and *in vivo*.

KEY WORDS: bactericidal activity, neutrophil, recombinant bovine GM-CSF.

同一牛における発情後8日目およびその24時間後の胚回収成績

芦野正城・北野則泰・陰山聡一・森安 悟・澤井 健・山本裕介・南橋 昭

北海道牛受精卵移植研究会会報(2000)19,57~59

胚が卵管に存在しないと思われる発情後8日目に1回目およびその24時間後に2回目の胚回収を行い、1回の子宮灌流により子宮内すべての胚が回収されるか否かを検討した。その結果発情後8日目の1回回収では、過剰排卵による胚の7%が回収されないことが示された。さらに既報と本研究結果から、発情後5または6日目では、過剰排卵による胚の少なくとも10%程度が卵管内に存在することが示唆された。

めん羊の早期離乳における乾乳方法の検討

出岡謙太郎・斉藤利朗²⁾・寒河江洋一郎

日本綿羊研究会誌。(2000)37:16-24

早期離乳において、乾乳期における搾乳の省略(試験1)および離乳前の濃厚飼料給与の継続(試験2)が、離乳前7日間と離乳後14日間(乾乳期)における母羊の体重変化、および乾乳期における乳汁量の推移に及ぼす影響を検討した。

試験1では、サフォーク種母子羊14組を2群(対照群、無搾乳群)に分け、舎飼いで群飼した。両群とも分娩後70日目に離乳した。その後、対照群には、離乳後4、8および14日目に用手法により搾乳し乳汁量を測定した。無搾乳群には搾乳を行なわなかった。両群とも、分娩後63日目まで濃厚飼料と乾草を給与し、それ以降は乾草のみを給与した。その結果、離乳前7日間は、両群ともに体重が減少した。乾乳期には、対照群の体重は減少したが、無搾乳群ではほとんど変化がなかった。対照群の平均乳汁量は、離乳後4日目に0.16kgあり、以後低下した。無搾乳群の乳房は、腫脹や熱感は認められず、離乳後日数の経過にともなって収縮した。以上により、離乳7日前から濃厚飼料の給与を中止した場合、搾乳を省略しても乾乳できることが明らかになった。

試験2では、サフォーク種母子羊30組を2群(対照群、継続群)に分け、舎飼いで群飼した。両群とも分娩後70日目に離乳し、試験1の対照群と同様に搾乳を行なった。対照群には、分娩後63日目まで濃厚飼料と乾草を給与し、それ以降は乾草のみを給与した。継続群には、分娩後70日目まで濃厚飼料給与を継続し、以後乾草のみを給与した。その結果、離乳前7日間に、対照群の体重は減少したが、継続群では増加した。乾乳期には、両群ともに体重が減少した。平均乳汁量は、離乳後4日目では継続群(0.32kg)の方が対照群(0.21kg)よりも多かったが(P<0.01)、8および14日目には両群同様に低下し、いずれも群間に差は認められなかった。以上により、離乳日まで濃厚飼料給与を継続した場合、搾乳を行なうことにより乾乳でき、離乳前に体重増の起こることが明らかになった。

²⁾北海道立根釧農業試験場

オーストリッチの北海道における飼養実態 .

宝寄山裕直, 大原睦生 .

北海道畜産学会報 . (2000) 42 : 49-53 .

北海道におけるオーストリッチの飼養実態を調査した . 1995年にオーストリッチが道内に導入されてから , 飼養羽数は増加の一途をたどり , 1999年3月の調査時で443羽であった . そのうち , 約8割を繁殖用個体が占めていた . 今後 , 道内での雛生産が増加し , 飼養羽数は , さらに増加すると推測された . また , 肥育用個体の生産が本格化し , 食肉の生産が拡大すると考えられた .

現在のオーストリッチ産業の拡大を制限している最も重要な要因は , 低い繁殖性であり , 受精率や孵化率および雛の生存率に大きな差異が存在した . 繁殖性を向上させるためには , オーストリッチの能力の遺伝的改良と各農場の飼養管理技術 , 特に , 孵卵技術や育成技術の向上が必要であると考えられた . 能力を遺伝的に改良し , 近交退化を防ぐためには , 血統登録制度の早期実施が必要である .

肉用種母牛へのセレン酵母の給与が哺乳子牛の白血球機能に及ぼす影響

松井義貴 平井綱雄 尾上貞雄 草刈直仁 川本 哲 小原潤子 森 清一

日本獣医師会雑誌 (2000) 53 (3) : 131-135ページ

分娩後のアングスおよびヘレフォード母牛とその哺乳子牛12組を給与群と対照群の2群に分け , 給与群の母牛にはセレン (Se) 酵母を添加した配合飼料 (Se:0.525mg/体重100kg/日) を11週間給与した . 両群の子牛について血清 Se濃度 , 末梢血好中球機能およびリンパ球幼若化能を調べた . 血清Se濃度は , 給与群で3週後から有意に高い値を示したことから , Seは乳を介して母牛から子牛へ移行することが示唆された . 給与群の子牛における全血および分離顆粒球の化学発光反応におけるピーク時間は , 5週後に対照群の値に比べ有意に短縮し , コンカナバリンA刺激によるリンパ球幼若化能も , 5週後に対照群に比べ給与群で有意に増加した . これらの結果から母牛へのSe酵母の給与は , 乳汁を介したSeの移行により , 子牛の好中球およびリンパ球の機能を増強させることが示唆された .

理化学処理した稲わら , 小麦稈の理化学性状 , in vitro消化率とめん羊の自由摂取量 , 乾物消化率との関係

阿部英則・山川政明

北海道畜産学会報 (2000) 42 : 93-96

理化学処理 (アンモニア , 蒸煮およびこれらの複合処理) した稲わら6点 , 小麦稈7点の理化学性状 , in vitro 消化率 (Ce-DMD) とめん羊における自由摂取量 , 乾物消化率との関係について回帰分析を行った . 稲わら , 小麦稈の自由摂取量と中性デタージェント繊維含量間に有意な負の相関がみられた . 稲わらの自由摂取量 , 乾物消化率と遊星ボールミルにおける粉碎速度とは有意な正の相関 , 遊星ボールミルにおける滞留時間とは有意な負の相関が得られたが , 小麦稈では有意な相関が認められなかった . みかけのCe-DMDは小麦稈の乾物消化率を除いては有意な正の相関がみられた . 真のCe-DMDについてはいずれとの間にも有意な正の相関が得られ , 処理わらの自由摂取量 , 乾物消化率の推定に有望な指標となることが示された . 乾物消化率については稲わら , 小麦稈を併せて , 乾物消化率 = $1.162 \times \text{真のCe-DMD} + 29.950$ が得られた .

理化学処理した小麦稈の物理性状とめん羊の自由摂取量との関係

阿部英則・山川政明

北海道畜産学会報 (2000) 42 : 97-99

理化学処理 (アンモニア , 蒸煮およびこれらの複合処理) した小麦稈9点の物理性状 (疎充填 , 密充填かさ密度および遊星ボールミル , カuttingミルによる粉碎率) とめん羊における自由摂取量との関係を検討した . 自由摂取量と有意な相関が認められたのは密充填かさ密度とCuttingミルによる粉碎率であり , これらを説明変数とし , 自由摂取量を従属変数とした重回帰式の決定係数は0.957という極めて高い値であった . また , 密充填かさ密度は反芻胃における飼料片の充満度と , Cuttingミルによる粉碎率は飼料片の粒度低下の指標と想定した場合 , 本成績は粗飼料の自由摂取量が反芻胃におけるこれら2つの要因によって規制されていることを支持するものと考えられた .

イネ科，マメ科草の乾物消化率に対するアンモニア処理の効果

阿部英則・山川政明・岡本全弘

日本畜産学会報 (2000) 71 : 318-322

アンモニア (NH₃) 処理によるめん羊における乾物消化率 (DMD) の向上量と全窒素の増加量，ヘミセルロースの減少量および原料草の各種リグニン含量との関連をイネ科草6点，マメ科草4点について検討した．イネ科，マメ科ともNH₃処理で全窒素は増し，ヘミセルロースは減少したが，DMDはイネ科ではいずれも有意に向上したのに反し，マメ科ではいずれも向上しなかった．イネ科ではマメ科と比べて，酸性デタージェントリグニン含量は低かったが，酸性デタージェント可溶リグニン (ADSL) 含量は顕著に高かった．マメ科ではADSLは少なかった．イネ科でのDMDの向上量と全窒素の増加量，ヘミセルロースの減少量との間には正の相関がみられなかったが，原料草のADSL含量との間に有意な正の相関がみられ，マメ科を加えるとその相関はより高まった．稲わらおよびそれをNH₃処理したのから単離した酸性デタージェント繊維のin vitro乾物消化率は前者よりも後者が有意に高かった．これに反し，無処理稲わらから単離し，ADSLが除去されている酸性デタージェント繊維をNH₃処理してもin vitro 乾物消化率は高まらなかった．さらに，稲わらのADSL消化率はNH₃処理により有意に高まった．以上より，NH₃処理による効果発現にはADSLの存在が関与しており，ADSL含量が高いと，NH₃処理によるDMDの向上も大きいものと考えられた．

蒸煮処理した小麦稈の自由摂取量，消化率および反芻胃内滞留時間，全消化管内充満度

阿部英則・山川政明

日本草地学会誌 (2000) 46 : 261-264

小麦稈を12kg/cm²の圧力で5および10分間蒸煮し，めん羊を用いた消化試験を行って，自由摂取量，消化率および反芻胃内滞留時間，全消化管内充満度を測定した．めん羊には体重kg当たり4gの大豆粕を併給した．10分間の蒸煮により，小麦稈の自由摂取量は増加した．蒸煮処理により，大豆粕を含めた窒素消化率は低下したが，中性デタージェント繊維の消化率は向上した．TDNの含有率は5分間蒸煮した時が高かったが，TDNの摂取量は10分間蒸煮した時が最も多く，これは主として小麦稈の自由摂取量が高まったことによるものであった．10分間蒸煮した小麦稈は無処理と比べて全消化管内充満度が高く，反芻胃内滞留時間が短かった．また，密充填かさ密度とカッピングミルによる粉砕率も高かった．以上の結果より，蒸煮により小麦稈は微細化され易くなり，反芻胃内に密に詰め込まれる一方で，その内容物がすみやかに入れ替わると考えられた．そのことが10分間蒸煮した小麦稈の自由摂取量の増加をもたらしたといえよう．

そばわらの栄養価改善に対するアンモニア処理の効果

阿部英則・山川政明

日本草地学会誌 (2000) 46 : 299-301

低質粗飼料の栄養価改善に対するアンモニア (NH₃) 処理の効果はイネ科では認められるものの，マメ科では認められない．そこで，タデ科であるそばわらに対する効果を検討した．そばわらは酸可溶性リグニン含量が低く，NH₃処理によるヘミセルロースの可溶化の程度が低いことでイネ科とは異なっていた．しかし，NH₃処理することでめん羊におけるそばわらのDCP，TDN，DE含量はそれぞれ0.424%，1.55Mcal/kgから3.8，48.0%，1.92Mcal/kgへと改善される傾向であった．またNH₃処理によって自由摂取量や繊維成分の消化率が有意に高まっていることから，処理の効果としてはイネ科に近いものと考えられた．

乾草自由採食下における濃厚飼料のタンパク質水準が黒毛和種去勢育成牛の発育・飼料摂取量および血液性状に及ぼす影響

杉本昌仁・八代田千鶴・佐藤幸信・宮崎元・寒河江洋一郎

北海道畜産学会報(2000)42:35-41

濃厚飼料の粗タンパク質(CP)含量の違いが黒毛和種去勢育成牛における発育および飼料摂取量に及ぼす影響を検討した。3か月齢で離乳した子牛を15頭用い、給与する濃厚飼料のCP含量で3水準(25%:HP, 20%:MP, 15%:LP)を設け、それぞれに5頭ずつ配置した。離乳時の平均体重は約100kgであった。濃厚飼料の給与量は各区とも50gDM/MBSとし、乾草は自由採食させた。濃厚飼料の摂取量は設定どおりで処理間に差はなかったが、濃厚飼料のCP含量を高めると乾草の摂取量が増加する傾向にあった(LP:39.9gDM/MBS, MP:41.8gDM/MBS, HP:45.1gDM/MBS)。したがって、乾物摂取量(DMI)ではLPからHPへと増加する傾向が見られた。平均日増体量・胸囲の発育量・腹囲の発育量は、MPやLPと比べてHPで高くなる傾向にあった。体高は、MPやLPと比べてHPで高くなる傾向にあった。LPにおけるCPの充足率は6か月齢まで100%を下回り、MPでも6か月齢まではようやく100%を満たす程度であったが、HPでは7か月齢以降に130%以上となった。血漿グルコース(Glu)濃度は、どの月齢においても処理間に有意差は認められなかった。血清インスリン(Ins)濃度は、6ヶ月齢以降において、MPが他の2区と比較して高値で推移する傾向にあった。血清遊離脂肪酸(NEFA)はMPやLPと比較してHPで低い値を示した($P<0.01$)が、MPとLPの間に有意差はなかった。血清尿素窒素(UN)およびトリヨードサイロニン(T3)は、MPやLPと比べてHPで高い値を示した($P<0.01$)。MPとLPに差はなかった。サイロキシニン(T4)はLPで低くなる傾向にあった。本試験の結果、3か月齢で離乳した黒毛和種去勢育成牛に対して給与する濃厚飼料のCP含量を25%まで高めることにより乾物摂取量を向上させ体重および体高の発育を高めうることを示された。

肥育牛における糞尿排泄量の推定

杉本昌仁・守田智(熊本県農業研究センター畜産研究所)・寺田文典(農林水産省畜産試験場)

北農(2000)67(2):166-170

88例の出納試験成績をもとに肥育牛の糞尿排泄量推定を試みた。飼料の設定給与量は、日本飼養標準から算出した維持に要する代謝エネルギー(ME)量の1~2.5倍の範囲として出納試験を行った。用いたデータの平均糞排泄量は、原物量(FM)でホルスタイン種が10.9kg、黒毛和種が7.9kg、褐毛和種が7.4kgであった。平均尿排泄量は、ホルスタイン種が13.2kg、黒毛和種が7.7kg、褐毛和種が4.3kgであった。したがって総排泄量はそれぞれ24.1kg・15.6kg・11.7kgであった。

重回帰分析による糞排泄量(FFME, kgFM/day)予測式の寄与率は0.91で、正確度の高い推定が可能であると考えられた。しかし尿排泄量(UE, kg/day)予測式の寄与率は0.47で、FFMEほど正確に予測することはできなかった。日増体量(DG)と糞尿排泄量との関係を検討した結果、DGが0.3kg付近を下回るとDGあたりの排泄量が急速に増加することが示された。

Correlation between Maternal Serum Antibodies and Protection against Bovine Rotavirus Diarrhea in Calves

Junko KOHARA and Hiroshi TSUNEMITSU (Shichinohe Research Unit, National Institute of Animal Health)

J. Vet. Med. Sci. (2000) 62 (2): 219-221

The correlation between maternal serum antibodies in beef calves at 2 days old and protection against diarrhea induced by natural bovine rotavirus (BRV) infection was examined. Virus neutralizing (VN) antibody titers against BRV in sera from calves that developed diarrhea by BRV infection within 14 days of age (BRV-diarrheal calves) were significantly lower than those from calves that had no diarrhea. In the BRV-diarrheal calves, a positive correlation was found between the VN antibody titers and age of the onset of diarrhea. There were negative correlations between the VN antibody titers and duration of the diarrhea, VN antibody titers and cumulative diarrhea scores, and the VN antibody titers and duration of virus shedding. These results suggest that the VN antibody titers against BRV in newborn calf serum could be an indicator of protection against BRV-induced diarrhea. - KEY WORDS : bovine rotavirus, calf, diarrhea.

牧草サイレージ発酵品質に対する堆肥混入の影響および牧草収穫時の堆肥混入量の推定

田村 忠・小倉 紀美・前田 善夫

日本草地学会誌 (2001) 47 (1): 68-71

腐熟した、または生の堆肥を原物重量比で2~8%混合して調製した牧草サイレージは混合無しのサイレージに比べpH、VBN/TNの上昇および酪酸の生成が認められた。乳牛による嗜好性は堆肥の混合によって顕著に低下した。堆肥を酸化クロムで標識して牧草地に散布し、ハーベスタによる収穫草中クロム含量から堆肥の混入量を推定した。堆肥の散布量に対する収穫物への混入量の割合は、生堆肥を散布した場合の方が腐熟堆肥より多かった。

Requirement of cysteine during in vitro maturation of Pig oocytes for male pronuclear formation.

K. NIWA and K.Sawai

Journal of Reproduction and Development (2001) 47:S47 S54

Techniques for producing pig embryos in vitro from immature follicular oocytes have progressed considerably in recent years. The factors affecting in vitro maturation that lead to normal formation of a male pronucleus (MPN) after fertilization in vitro have been focussed on by many reports. Regarding the factors responsible for MPN formation associated with glutathione (GSH) synthesis of pig oocytes, it is suggested that a relatively high concentration (0.57 mM) of cysteine during in vitro maturation appears to be essential. A series of our experiments clearly indicate that synthesis of GSH by maturing oocytes greatly increases in the presence of cysteine and the increased level of GSH ensures MPN formation when the oocytes are activated. For sufficient accumulation of GSH and promotion of MPN formation after sperm penetration of mature oocytes in vitro, the presence of cysteine in maturation medium is required only for the final 6 h of the 48 h culture period. While cumulus-free pig oocytes can synthesize GSH in the presence of cysteine, the presence of cumulus cells is essential for maintaining a high concentration of GSH in oocytes in the presence of cysteine.

編 集 委 員 会

委 員 長 森 清一
副 委 員 長 川崎 勉
副 委 員 長 大原 益博
阿部 英則
出岡謙太郎
山本 裕介
事 務 局 大原 睦生

Editorial Board

Editor-in-chief Kiyokazu MORI
Associate Editor-in-chief Tutomu KAWASAKI
Associate Editor-in-chief Masuhiro OOHARA
Hidenori ABE
Kentarou DEOKA
Yusuke YAMAMOTO
Secretary Mutsuo OHARA

All correspondences concerning this Journal should be addressed to : Hokkaido Animal Research Center, 5-39
Shintoku-nishi, Shintoku-Chou, Hokkaido 081-0038 Japan
E-Mail : chikusi-rentyou@agri.pref.hokkaido.jp

北海道立畜産試験場研究報告 第24号

平成13年 9 月 3 日印刷
平成13年 9 月 3 日発行

編集発行者 北海道立畜産試験場
081-0038
北海道上川郡新得町字新得西5線39号
電話 01566-4-5321

印刷所 ソーゴ印刷株式会社
080-0046
北海道帯広市西16条北1丁目25
電話 0155-34-1281
