

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 20 号

Bulletin  
Hokkaido Prefectural Shintoku  
Animal Husbandry Experiment Station

No. 20

平成 5 年 3 月  
1993

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 20 号

目 次

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との関連性 藤川 朗・田村 千秋 .....	1
北海道和種馬における乾草とエンバクの消化率 杉本 昌仁・佐藤 幸信・川崎 勉 .....	11
短報 受胎牛の血液成分値と受胎成績の関係 陰山 聡一・山本 裕介・南橋 昭・森安 悟・伊東 季春 .....	19
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) 原 悟志・糟谷 広高・大坂 郁夫・小倉 紀美 .....	25
場外学術雑誌掲載論文抄録 .....	31
総目次 (No.11~No.20) .....	38

Bulletin  
of the  
Hokkaido Prefectural Shintoku  
Animal Husbandry Experiment Station

No. 20

Contents

Originals

Relationship between milk yield of cows and growth of calves in Aberdeen Angus and Hereford Akira FUJIKAWA and Chiaki TAMURA .....	1
Apparent digestibility of hay and oats by Hokkaido native pony Masahito SUGIMOTO, Yukinobu SATO, Tsutomu KAWASAKI .....	11

Short Report

Relationship Between Pregnancy and Blood Profiles in Recipients Soichi KAGEYAMA, Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMHASHI Satoru MORIYASU and Sueharu ITO .....	19
Influence of rougase to soybean ratios on apparent digestibility and TDN value of soybean in sheep Satoshi HARA, Hirotaka KASUYA, Ikuo OSAKA Noriyoshi OGURA .....	25

Others

Summaries of the papers by the staff appearing on other scientific journals .....	31
Contents (No.11~No.20) .....	38

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との関連性

藤川 朗・田村 千秋

アバディーンアンガス（アンガス）ならびにヘレフォードの母子を用いて母牛の乳量を推定し、子牛の発育との関連性を検討した。北海道立新得畜産試験場において1989年～1992年に分娩したアンガス25組とヘレフォード20組の母子を調査対象とした。1, 2, 4, 8, 12, 16および20週齢時に体重差法を用いて1日乳量を推定した。1日乳量について品種、母牛年齢および測定週を変動要因として最小二乗分散分析を行った。得られた最小二乗平均値にWOODの式をあてはめ、品種別ならびに母牛年齢別の220日乳量を算出した。子牛の体重には3次の発育曲線を個体ごとに当てはめ、10日間隔での子牛体重と日増体量（DG）ならびに生時から220日までの日増体量（220日DG）を推定した。子牛発育形質について品種、母牛年齢および子牛の性を変動要因とした最小二乗分散分析を行った。1日乳量に対して考慮した変動要因は全て有意であった。アンガスの1日乳量はヘレフォードより高かった。2歳の母牛の1日乳量は最も低く、5-6歳および7-8歳の母牛の1日乳量が最も高かった。推定した220日乳量はアンガス、ヘレフォードおよび両品種の平均についてそれぞれ1,501 kg, 1,361 kg および1,431 kgであった。DGに対して品種は有意な効果を及ぼさなかった。母牛年齢の効果は120日齢まで有意であり、子牛の性の効果は150日齢以降有意となった。各測定週における1日乳量と子牛のDGとの間の相関係数と各測定週までの累積乳量と各測定週までの子牛のDGとの間の相関係数は全て有意な正の値であった。雌子牛ベースに補正した後の220日DGに対する220日乳量の帰帰式は次のように得られた。

$$220 \text{ 日乳量} = 2,884 \times 220 \text{ 日DG} - 1,035 \quad (r = 0.80)$$

母牛の泌乳能力は子牛の離乳前の発育に大きな影響を与えるため、肉用牛の繁殖経営において重要な形質の一つである。母牛の乳量について多くの品種において調査がなされてきており<sup>4,6,9,11,12,13,16</sup>、子牛の発育との関連性についても検討が行われてきた<sup>3,5,7,20</sup>。また、米国における肉用牛の種雄牛評価では子牛の離乳時体重より推定された泌乳能力の期待後代差（Milk EPD）が公表され、アバディーンアンガス（アンガス）やヘレフォードの純粋種の改良に利用されている。最近では実際の母牛の乳量の予測値としてのMilk EPDの有効性について検討がなされている<sup>8,14,15</sup>。一方、北海道のアンガスとヘレフォードにおいて乳量調査は導入年代に行われたのみであり<sup>17,18</sup>、現在の北海道の集団の泌乳能力の水準は明らかにされていない。今後両品種を純粋種として改良する場合においても、また交雑に利用する場合においても乳量水準の把握は有効な情報を提供するものと考えられる。本調査ではアンガスならびにヘレフォードの母牛と子牛を用いて母牛の乳量を推定し、子牛の発育との関連性を検討した。

材料と方法

北海道立新得畜産試験場において1989年から1992年（1月～3月）に分娩したアンガス25頭とヘレフォード20頭の母牛とその子牛を調査対象とした。母牛と子牛はパドック、子牛休息場および分娩房を備えた開放式牛舎において群飼した。母牛はグラスサイレーズ22 kg, 乾草2 kgおよび濃厚飼料1.5 kgを給与した。子牛はスターター0.5 kgを給与し、乾草は自由採食させた。乳量調査の終了（6月～7月）後は母子ともに昼夜放牧を行い、子牛には補助飼料1 kgを8月後半より給与した。離乳は9月と10月に行い、平均離乳日齢は221日であった。雄子牛の去勢は離乳前には行わなかった。

乳量調査は分娩後1, 2, 4, 8, 12, 16 および20週目に体重差法により行った。6時間の母子分離の後に子牛を哺乳させ、哺乳前後の子牛の体重差を母牛の乳量とした。乳量の測定は1日目の17:00と23:00および2日目の5:00と11:00の4回実施し、各々の記録の総計を1日乳量とした。1日乳量について以下のモデルを用いて最小二乗分散分析を行った。

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + A_j + W_k + e_{ijkl} \dots\dots\dots (1)$$

$Y_{ijkl}$  : 1日乳量

$\mu$  : 集団平均

$B_i$  :  $i$  番目品種の効果

$A_j$  :  $j$  番目母牛年齢の効果

$W_k$  :  $k$  番目測定週の効果

$e_{ijkl}$  : 残差

母牛年齢は2歳, 3-4歳, 5-6歳, 7-8歳および9-10歳の5グループに分類した。予備分析において主効果間の交互作用は有意とならなかったためモデルから除外した。得られた最小二乗平均値に WOOD の式<sup>11)</sup>をあてはめ乳量曲線を推定し, 品種別ならびに母牛年齢別の220日乳量を算出した。

乳量調査における体重測定の外に子牛の体重は1か月ごとに測定した。子牛の体重測定値に3次の発育曲線を個体ごとにあてはめ, 10日間隔に補正した子牛の体重を算出した。また, 得られた発育曲線の1次導関数を用いて日増体重(DG)を10日間隔で推定した。生時から220日までの日増体重(220日DG)は220日体重と生時体重の推定値を用いて算出した。

10日間隔の子牛体重とDGおよび220日DGについ

て以下のモデルで最小二乗分散分析を行った。

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + A_j + S_k + e_{ijkl} \dots\dots\dots (2)$$

$Y_{ijkl}$  : 10日間隔の子牛体重とDGおよび220日DG

$\mu, B_i, A_j$  および  $e_{ijkl}$  : (1)と同様

$S_k$  :  $k$  番目子牛の性の効果

最小二乗分散分析は全て HARVEY<sup>10)</sup> のLSMLMWにより計算を行った。

母牛の乳量と子牛の発育との関係を検討するため, 各測定週における1日乳量と子牛のDGとの相関係数と各測定週までの累積乳量と各測定週までの子牛のDGとの相関係数を算出した。さらに雄子牛のDGを雌子牛のDGに補正した後の220日DGに対する220日乳量の回帰式を推定した。それぞれの個体の各測定週までの累積乳量と220日乳量は WOOD の式を個体ごとに1日乳量にあてはめることにより算出した。

結 果

表1に1日乳量の最小二乗平均値を品種, 母牛年齢および測定週別に示した。1日乳量に対して考慮した変動要因は全て有意であった。アンガスの1日乳量は

Table 1. Least-squares means (LSM) for daily milk yield by breed, age of cow and week of measurement.

Source of Variation	(df) n	LSM ± SE (kg)
Mean	313	7.08 ± 0.12
[Breed]	( 1 )	***
Angus	173	7.40 ± 0.16
Hereford	140	6.76 ± 0.17
[Age of cow]	( 4 )	***
2	47	5.99 ± 0.28
3-4	84	6.94 ± 0.21
5-6	63	7.87 ± 0.25
7-8	98	7.97 ± 0.19
9-10	21	6.63 ± 0.41
[ Week of measurement ]	( 6 )	***
1	44	7.33 ± 0.29
2	44	8.07 ± 0.29
4	45	7.78 ± 0.29
8	45	7.09 ± 0.29
12	45	6.65 ± 0.29
16	45	6.17 ± 0.29
20	45	6.47 ± 0.29
[ Error ]	(301)	

\*\*\* : P < 0.001

ヘレフォードの1日乳量より0.64kg高かった。2歳の母牛の1日乳量は最も低く約6kgであり, 3-4歳と9-10歳の1日乳量は同水準の7kg弱であった。また, 5-6歳と7-8歳の1日乳量も同水準で8kg弱であった。測定週別では2週目の1日乳量が最も高く約8kgであり, その後ゆるやかに低下した。また, 2週目の1日乳量の実測値はアンガスで14.0kg~5.4kgの範囲にあり, ヘレフォードは12.5kg~4.4kgの範囲にあった。

アンガスとヘレフォードについて推定した乳量曲線を図1に示し, そのパラメーターを表2に示した。決定係数は両品種とも0.79であった。分娩後1日目乳量はアンガスで7.77kgであり, ヘレフォードで7.13kgであった。乳量は両品種において10日目にピークを示し, アンガスで7.99kgでありヘレフォードで7.35kgであった。10日目を降乳量は低下し220日目にはアンガスとヘレフォードでそれぞれ5.53kgと4.19kgであった。

表3に推定した220日乳量を品種別ならびに母牛年齢別に示した。アンガスの220日乳量はヘレフォードの220日乳量より140kg高かった。2歳の母牛の220日乳量は最も低く約1,200kgであったが, 5-6歳およ

び7-8歳の母牛の220日乳量は1,600kg以上で最も高かった。3-4歳と9-10歳の母牛の220日乳量はそれぞれ1,400kg台と1,300kg台であった。全体の220日乳量の平均値は約1,400kgであった。

子牛の発育曲線の決定係数は全ての個体で0.99以上であった。子牛体重に対して品種の効果は20日以前でのみ有意であった。子牛の性の効果は20日から50日

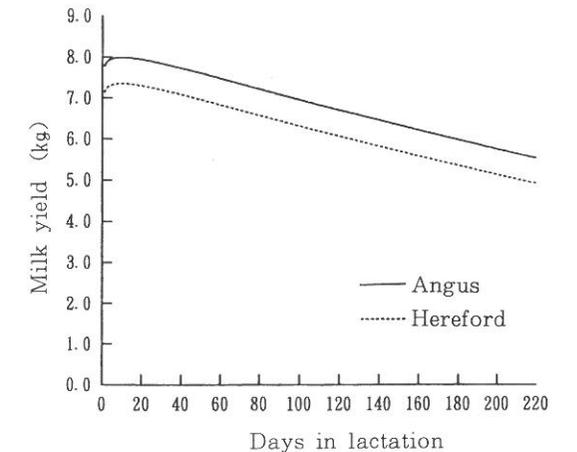


Fig 1. Lactation curves by breed

Table 2. Lactation curve parameter estimates by breed.

Parameter *	Angus	Hereford
a	7.785	7.148
b	$2.008 \times 10^{-2}$	$2.156 \times 10^{-2}$
c	$2.051 \times 10^{-3}$	$2.235 \times 10^{-3}$
R <sup>2</sup>	0.79	0.79

\*) Parameters for the Wood's model:  $y = an^b e^{-cn}$  where y is daily milk yield, n is days in lactation and a, b and c are constants to be estimated from the data.

Table 3. Estimated 220-d milk yield by breed and age of cow.

Age of cow	Angus	Hereford	Mean
	(kg)		
2	1,263	1,123	1,193
3-4	1,470	1,330	1,400
5-6	1,674	1,534	1,604
7-8	1,696	1,556	1,626
9-10	1,402	1,262	1,332
Mean	1,501	1,361	1,431

までと190日以降に有意となった。母牛年齢は子牛体重に対して全哺乳期間中で有意であった。

図2に子牛体重の最小二乗平均値の推移を母牛年齢別に示した。全ての母牛年齢において子牛体重はほぼ直線的に増加した。2歳の母牛の子牛体重は他の年齢の母牛の子牛体重より軽かった。5-6歳および7-8歳の母牛の子牛体重は同様の推移を示し最も重かった。また3-4歳と9-10歳の母牛の子牛体重も同様の推移を示し、2歳と5-6歳および7-8歳の母牛の子牛体重の中間の値であった。

表4に子牛の生時体重と220日体重の最小二乗平均値を品種、子牛の性および母牛年齢別に示した。ヘレフォードの方がアンガスより生時体重が4.4kg重かったが、220日体重では両品種間に有意差は認められなかった。生時体重では雄子牛と雌子牛との間に有意差が認められなかったが、220日体重では雄子牛は雌子牛より16.7kg重かった。

DGに対する品種の効果は有意ではなかった。母牛年齢の効果は20日から120日まで有意であったが、130日以降は有意ではなかった。子牛の性の効果は150日以降有意であった。

図3に子牛のDGの最小二乗平均値の推移を子牛の

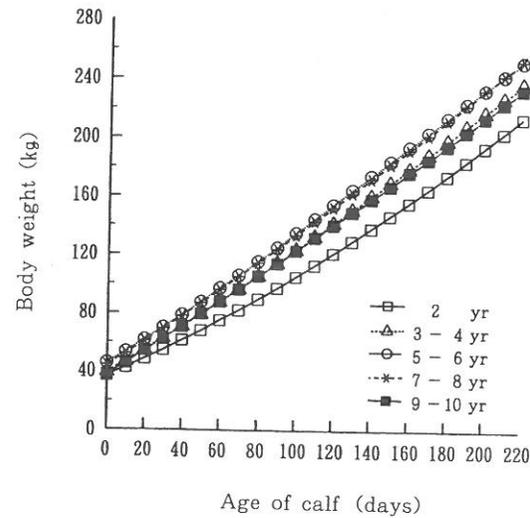


Fig 2. Change in least-squares means for body weight of calf by age of cow

性別に示した。雄子牛のDGはほぼ直線的に増加するが、雌子牛のDGは160日で最大となり、その後ゆるやかに減少した。220日におけるDGは雄子牛で1.09kgであり、雌子牛で0.88kgであった。

Table 4. Least-squares means (LSM) for birth weight and 220-d weight by breed, sex of calf and age of cow

Source of Variation	(df)	LSM ± SE	
		Birth weight	220-d weight
Mean	45	40.7 ± 0.8	238.1 ± 4.2
[Breed]	(1)	**	N.S.
Angus	25	38.5 ± 1.0	239.9 ± 5.5
Hereford	20	42.9 ± 1.1	236.4 ± 5.9
[Sex of calf]	(1)	N.S.	*
Male	21	41.8 ± 1.1	246.5 ± 5.7
Female	24	39.7 ± 1.0	229.8 ± 5.5
[Age of cow]	(4)	**	*
2	7	36.9 ± 1.7	214.3 ± 9.2
3-4	12	39.3 ± 1.3	237.3 ± 7.1
5-6	9	45.7 ± 1.6	252.2 ± 8.6
7-8	14	44.2 ± 1.2	253.3 ± 6.4
9-10	3	37.6 ± 2.6	233.5 ± 14.0
[Error]	(38)		

N.S.: The source of variation had no significant effect.

\*: P < 0.05 \*\* : P < 0.01

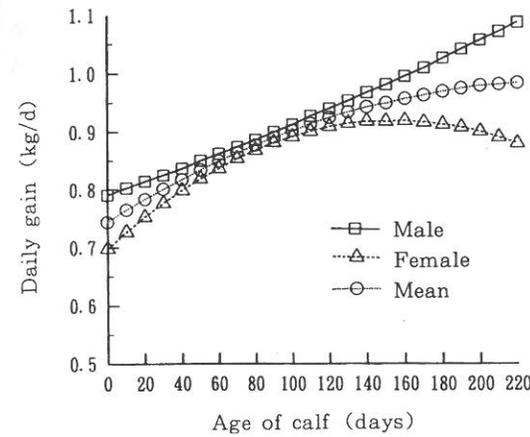


Fig 3. Change in least-squares means for daily gain of calf by sex of calf

図4に子牛のDGの最小二乗平均値の推移を母牛年齢別に示した。2歳の母牛の子牛のDGは直線的な増加を示したが、3-4歳および7-8歳の母牛の子牛のDGは曲線的にゆるやかな増加を示した。5-6歳の母牛の子牛のDGは140日にピークを持ちその後漸減した。9-10歳の母牛の子牛のDGは哺乳期間を通じて最もゆるやかな増加を示した。

表5に220日DGの最小二乗平均値を品種、子牛

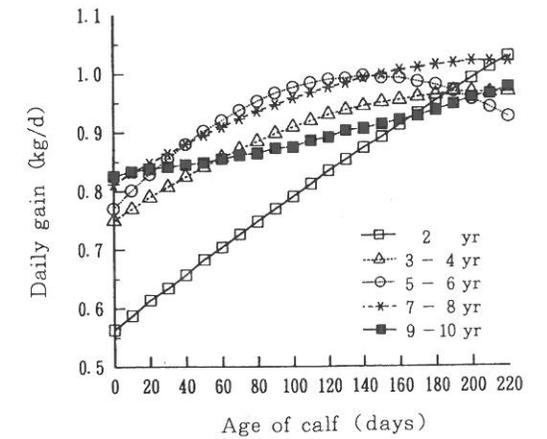


Fig 4. Change in least-squares means for daily gain of calf by age of cow

の性および母牛年齢別に示した。アンガスの子牛のDGはヘレフォードの子牛のDGより0.03kg高かったが、品種の効果は有意ではなかった。雄子牛のDGは雌子牛のDGよりも0.07kg高かった。5-6歳と7-8歳の母牛の子牛のDGは同水準で最も高く、ついで3-4歳と9-10歳の母牛の子牛のDGが同水準で高かった。2歳の母牛の子牛のDGは最も低かった。

表6に各測定週における1日乳量と子牛のDGとの

Table 5. Least-squares means (LSM) for 220-d DG by breed, sex of calf and age of cow

Source of Variation	(df)	LSM ± SE
	n	(kg/d)
Mean	45	0.90 ± 0.02
[Breed]	(1)	N.S.
Angus	25	0.91 ± 0.02
Hereford	20	0.88 ± 0.03
[Sex of calf]	(1)	+
Male	21	0.93 ± 0.03
Female	24	0.86 ± 0.02
[Age of cow]	(4)	+
2	7	0.81 ± 0.04
3-4	12	0.90 ± 0.03
5-6	9	0.94 ± 0.04
7-8	14	0.95 ± 0.03
9-10	3	0.89 ± 0.06
[Error]	(38)	

N.S.: The source of variation had no significant effect.

+ : P < 0.10

Table 6. Correlation coefficients between daily milk yield and daily gain at each weeks ( $r_d$ ) and those between cumulative milk yield and daily gain from birth to each weeks ( $r_t$ ).

Week of measurement	Correlation coefficient *	
	$r_d$	$r_t$
1	0.56	0.47
2	0.51	0.57
4	0.68	0.69
8	0.58	0.78
12	0.70	0.80
16	0.42	0.80
20	0.59	0.80

\*) All of the correlation coefficients were significant ( $P < 0.01$ ).

相関係数 ( $r_d$ ) と各測定週までの累積乳量と各測定週までの子牛の DG との相関係数 ( $r_t$ ) を示した。どちらの相関係数も全ての測定週において有意であった ( $P < 0.01$ )。  $r_d$  は 16 週を除き 0.5 以上の値であり 12 週が最も高かった。  $r_t$  は測定週の前進行に伴い高くなり、8 週以降は約 0.8 で一定となった。雌子牛ベースに補正した後の 220 日 DG (雄子牛は DG より 0.07 減算) に対する 220 日乳量の回帰式は次のように推定された。  
220 日乳量 =  $2,884 \times 220 \text{ 日 DG} - 1,035$  ( $r = 0.80$ )  
..... (3)

### 考 察

アンガスならびにヘレフォードの 1 日乳量は 10 日目のピーク以降は一貫して減少傾向を示していた。これは両品種の純粋種と両品種を用いた交雑種について BOGGS et al.<sup>4)</sup>, GASKIN と ANDERSON<sup>9)</sup> および HOLLOWAY et al.<sup>12)</sup> が報告した推移パターンと一致していた。しかし、CLUTTER と NIELSEN<sup>7)</sup>, HOHENBOKEN et al.<sup>11)</sup>, MEZZADRA et al.<sup>16)</sup> および MALLINCKRODT et al.<sup>14)</sup> が報告している乳量のピーク日数は 35 日～65 日であり、本調査より著しく遅かった。この違いはそれぞれの報告における乳量調査の方法やあてはめたモデルが本調査と異なっていたためと考えられる。

LUBRITZ et al.<sup>13)</sup> はヘレフォードにおいて母牛年齢が 2 歳から 5 歳まで乳量が著しく増加するが、6 歳以降は大きな増加はなく 10 歳ではやや減少することを報告している。また、その他の品種においても 2 歳の母

牛の乳量が最も低く、母牛年齢が 5 歳までは乳量が一貫して増加することが報告されている<sup>4, 6, 7, 9, 11, 20)</sup>。本調査における母牛年齢と乳量の関係はこれらの多くの報告と一致していた。

北海道への導入年代における乳量調査ではアンガスとヘレフォードの 1 日平均乳量は 3.2 kg～4.9 kg であった<sup>17, 18)</sup>。本調査での 220 日乳量を 1 日平均乳量に換算すると、アンガスならびにヘレフォードでそれぞれ 6.82 kg と 6.19 kg であり、両品種の平均は 6.50 kg であった。したがって、アンガスならびにヘレフォードの現在の集団は発育および体型のみならず乳量についても導入年代よりも改良されていることが確認された。アンガスの純粋種の乳量については MARSTON et al.<sup>15)</sup> が 205 日乳量を 1,454 kg と報告し、HOHENBOKEN et al.<sup>11)</sup> は 220 日乳量を 1,412 kg と報告しており、本調査でのアンガスの乳量推定値はそれらの結果と類似していた。また、ヘレフォード純粋種の 1 日平均乳量について BOGGS et al.<sup>4)</sup> と BUTSON et al.<sup>6)</sup> はそれぞれ 4.56 kg と 5.7 kg を報告しており、205 日乳量について MALLINCKRODT et al.<sup>14)</sup> は 1,084 kg と報告している。本調査でのヘレフォードの乳量推定値はこれらの報告の数値より若干高かった。

哺乳期間中の子牛の DG の推移パターンについて論じた報告は少ない。AHUNN と MAKARECHIAN<sup>1)</sup> は数品種の春分娩子牛の離乳前 DG の推移を検討し、ヘレフォードでは 120 日齢で 0.94 kg のピークに達したことを報告している。そして哺乳後期に子牛の DG が低下する理由として秋期に草地の植生状況が悪くなった

ことをあげている。本調査では子牛の DG の平均値は全哺乳期間にわたって曲線的な増加を示しており、これは 8 月後半から子牛に補助飼料を給与していたためと、当場の草地の植生状況が比較的良好であったためと考えられる。また、SHIMADA et al.<sup>20)</sup> は黒毛和種の DG は母牛の乳量の不足により哺乳初期に低下するが、子牛自身による飼料摂取量が急増する 6 週以降はゆるやかに増加することを示している。しかし、本調査では哺乳初期における子牛の DG の低下は認められなかった。アンガスならびにヘレフォードの母牛の哺乳初期の乳量は黒毛和種に比べて高く、子牛の初期の発育に支障を与えない水準であった。

DG に対する子牛の性の効果は哺乳後期において有意であり、220 日齢における雄子牛と雌子牛との DG の差は 0.21 kg であった。AMANN<sup>2)</sup> はホルスタイン雄子牛において 24 週齢以降は精巣が急速に発育し、血中のテストステロン濃度が上昇することを報告している。また SITARZ et al.<sup>19)</sup> はアンガス雄子牛において血中のテストステロン濃度と DG との間に正の相関関係が認められたことを報告している。本調査での哺乳後期における雄子牛と雌子牛の DG の差は、したがって雄子牛の精巣の発育による雄性ホルモンの産生と関連があるものと推察される。また、哺乳前期において 2 歳の母牛の子牛の DG は著しく低いが、離乳時では他の年齢の母牛の子牛の DG と同水準であった。これは、全養分摂取量に占める母乳の割合が高い哺乳前期では 2 歳の母牛の低乳量が子牛の DG に大きく影響するが、母乳以外の飼料からの養分摂取量が増加する哺乳後期では低乳量の影響が小さくなるためと考えられる。

母牛の乳量と子牛の離乳前の増体との間に高い相関関係が認められることは多くの研究者が報告している。BUTSON et al.<sup>5)</sup> はヘレフォードやその他の合成品種において 1 日平均乳量と離乳前 DG との間の相関係数が 0.70 であったことを報告している。また BEAL et al.<sup>3)</sup> はアンガス純粋種やアンガスとホルスタインの交雑種においてこの相関係数を 0.76 としている。CLUTTER と NIELSEN<sup>7)</sup> はアンガス、レッドポールおよびショートホーンの交雑種において離乳前の累積乳量と DG との間の相関係数が 0.60 であったことを報告している。本調査では 220 日乳量と 220 日 DG との間の相関係数は 0.80 であり、これらの報告の値よりやや高い値を示した。このことから離乳前の子牛の DG により母牛の乳量水準を (3) 式を用いて把握するこ

とが可能だと考えられる。

SHIMADA et al.<sup>20)</sup> は黒毛和種において 8 週齢までの累積乳量と DG との間の相関係数は 0.90 であったが 21 週では 0.60 であり、26 週では 0.44 まで低下したことを報告している。さらに彼らは 1 日乳量と DG との間の相関係数の推移についても検討を加えており、この相関係数は 3-4 週で 0.73 のピークに達した後減少し、13 週以降では有意な相関係数が得られなかったことを述べている。本調査では  $r_d$  は 20 週においても約 0.6 の値であり  $r_t$  も 0.8 の高い値を維持していた。これらのことから、アンガスならびにヘレフォードは黒毛和種よりも哺乳期間の比較の後期まで母牛の乳量が子牛の発育に影響しているものと考えられた。

### 謝 辞

本報告の取りまとめにあたり御指導ならびに御校閲をいただいた農林水産省中国農業試験場の島田和宏氏に深く感謝いたします。また、乳量調査の実施に御協力をいただいた宝寄山裕直 (現北海道立滝川畜産試験場)、本郷泰久、杉本昌仁および酒井稔史の各氏に深く感謝いたします。

### 文 献

- 1) AHUNN, B. and M. MAKARECHIAN: Pre-weaning patterns of growth in three breed groups of range beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 67: 653-661 (1987)
- 2) AMANN, R. P.: Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Dairy Sci.*, 66: 2606-2622 (1983)
- 3) BEAL, W. E., D. R. NOTTER and R. M. AKERS: Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.*, 68: 937-943 (1990)
- 4) BOGGS, D. L., E. F. SMITH, R. R. SCHALLES, B. E. BRENT, L. R. CORAH and R. J. PRUITT: Effects of milk and forage intake on calf performance. *J. Anim. Sci.*, 51: 550-553 (1980)
- 5) BUTSON, S., R. T. BERG and R. T. HARDIN

- : Factors influencing weaning weights of range beef and dairy-beef calves. *Can. J. Anim. Sci.*, **60** : 727-742 (1980)
- 6) BUTSON, S. and R. T. BERG : Lactation performance of range beef and dairy-beef cows. *Can. J. Anim. Sci.*, **64** : 253-265 (1984)
- 7) CLUTTER, A. C. and M. K. NIELSEN : Effect of level of beef cow milk production on pre-and postweaning calf growth. *J. Anim. Sci.*, **64** : 1313-1322 (1987)
- 8) DIAZ, C., D. R. NOTTER and W. E. BEAL : Relationship between milk expected progeny differences of Polled Hereford sires and actual milk production of their crossbred daughters. *J. Anim. Sci.*, **70** : 396-402 (1992)
- 9) GASKINS, C. T. and D. C. ANDERSON : Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Angus cows. *J. Anim. Sci.*, **50** : 828-832 (1980)
- 10) HARVEY, W. R. : User's guide for LSM-LMW. Ohio State Univ., Columbus. (1988)
- 11) HOHENBOKEN, W. D., A. DUDLEY and D. E. MOODY : A comparison among equations to characterize lactation curves in beef cows. *Anim. Prod.*, **55** : 23-28 (1992)
- 12) HOLLOWAY, J. W., W. T. BUTTS, Jr., J. R. McCURLEY, E. E. BEAVER, H. L. PEELER and W. L. BACKUS : Breed x nutritional environment interactions for beef female weight and fatness, milk production and calf growth. *J. Anim. Sci.*, **61** : 1354-1363 (1985)
- 13) LUBRITZ, D. L., K. FORREST and O. W. ROBISON : Age of cow and age of dam effects on milk production of Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, **67** : 2544-2549 (1989)
- 14) MALLINCKRODT, C. H., R. M. BOURDON, B. L. GOLDEN, R. R. SCHALLES and K. G. ODDE : Relationship of maternal milk expected progeny differences to actual milk yield and calf weaning weight. *J. Anim. Sci.*, **71** : 355-362 (1993)
- 15) MARSTON, T. T., D. D. SIMMS, R. R. SCHALLES, K. O. ZOELLNER, L. C. MARTIN and G. M. FINK : Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *J. Anim. Sci.*, **70** : 3304-3310 (1992)
- 16) MEZZADRA, C., R. PACIARONI, S. VULICH, E. VILLARREAL and L. MELUCCI : Estimation of milk consumption curve parameters for different genetic groups of bovine calves. *Anim. Prod.*, **49** : 83-87 (1989)
- 17) 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およぼす影響と子牛に対する Creep Feeding の効果. 新得畜試研究報告, **2** : 23-28 (1971)
- 18) 農林水産省十勝種畜牧場 : 肉用牛の乳量乳質に関する試験. 肉用牛に関する試験調査成績, **8** : 143-151 (1971)
- 19) SITARZ, N. E., R. E. ERB, T. G. MARTIN and W. L. SINGLETON : Relationships between blood plasma testosterone, weaning treatment, daily gains and certain physical traits of young Angus bulls. *J. Anim. Sci.*, **45** : 342-349 (1977)
- 20) SHIMADA, K., Y. IZAIKE, O. SUZUKI, T. OISHI and M. KOSUGIYAMA : Milk yield and its repeatability in Japanese Black cows. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, **1** : 47-53 (1988)

## Relationship between milk yield of cows and growth of calves in Aberdeen Angus and Hereford

Akira FUJIKAWA and Chiaki TAMURA

### Summary

Milk production is an important trait influencing preweaning calf growth in cow-calf production systems. The purpose of this study was to estimate milk yield of Aberdeen Angus (Angus) and Hereford cows, and to examine the relationship between milk yield and calf growth. We used 45 cow-calf pairs comprising 25 Angus and 20 Hereford pairs which calved from 1989 to 1992 (Jan.-March). Daily milk yields were measured using a weigh-suckle-weigh technique at 1, 2, 4, 8, 12, 16 and 20 weeks of age. The daily milk yields were analyzed by the least-squares procedure including the effects of breed, age of cow and week of measurement. The estimated least-squares means were fitted by the Wood's model to estimate 220-d milk yields by breed and age of cow. Calf weights were fitted by cubic equations individually, and we calculated adjusted calf weights and daily gain (DG) at 10-d intervals and daily gain from birth to 220-d (220-d DG). The calf growth traits were analyzed by the least-squares procedure including the effects of breed, sex of calf and age of cow. All of the sources of variation for the daily milk yields were highly significant. The Angus cows had the higher daily milk yield than the Hereford cows. The 2 years old cows had the lowest daily milk yield, and the 5-6 years and 7-8 years old cows had the highest daily milk yield. The estimated 220-d milk yields were 1,501kg, 1,361kg and 1,431kg for Angus, Hereford and overall mean, respectively. The breed had no significant effects on the DG. The age of cow had the significant effects before 120-d, and the sex of calf had the significant effects after 150-d on DG. The correlation coefficients between the daily milk yields and the DG and those between the cumulative milk yields and the DG from birth to each week were significantly positive. The regression equation of the 220-d milk yields on the 220-d DG of the female calf basis was estimated as follows,

$$220\text{-d milk yield} = 2,884 \times 220\text{-d DG} - 1,035 \quad (r=0.80)$$

Key Words : Milk yield, Lactation curve, Daily gain

## 北海道和種馬における乾草とエンバクの消化率

杉本 昌仁・佐藤 幸信・川崎 勉

北海道和種馬の飼料の利用性を調べる目的で、乾草とエンバクを用いた消化試験を実施した。4頭の北海道和種馬を供試して2回（試験1、試験2）の消化試験を実施した。試験1は乾草のみを給与した。試験2は乾草と圧べんエンバクを給与した。用いた乾草はオーチャードグラス主体1番刈乾草で、設定切断長1cmに細切して給与した。飼料の給与量はNRC飼養標準の維持TDN要求量とした。消化試験は酸化クロム法で行い、予備期7日と本期3日とした。本期3日間で飲水量の測定も実施した。

試験1に比べ試験2の方が消化率は高くなった。乾物消化率は、試験1、試験2でそれぞれ47.1%と56.5%であり、エンバクを併給することにより消化率の向上がみられた。本試験におけるTDN摂取量は試験1、試験2でそれぞれ2.5kg/日および2.8kg/日となった。飲水量は、27~38kg/日であった。

北海道和種馬（以下、和種馬と略す）は強健性を有し、粗食に耐え飼料効率に優れるといわれている<sup>3,4)</sup>。和種馬の飼養形態は放牧が一般的であり、積雪が少ない一部の地域では冬季間の放牧も可能である<sup>4)</sup>。しかし、このような和種馬の優れた特性も科学的に解明されているとはいえず、飼料利用性の指標である消化率を測定した報告例も見られない。また馬の飲水量は飼料摂取量や養分代謝に関係する重要な因子であるといわれている<sup>2,8)</sup>。そこで本試験では、乾草とエンバクを用いて消化率の測定を行い、あわせて飲水量の測定も行った。

## 材料および方法

北海道立新得畜産試験場に繋養されている4歳の和種馬4頭（去勢馬2頭と牝馬2頭）を用いて消化試験

を実施した。試験開始時における4頭の平均体重は339.5kgであった。試験期間中、供試馬は当場の追込厩舎で個体別に飼養した。1頭当たりの占有面積は、およそ24m<sup>2</sup>（3m×8m）であり繋留はしなかった。供試飼料は1992年6月に調製されたオーチャードグラス主体1番刈乾草と市販の圧べんエンバクとした。乾草は設定切断長1cmに細切して給与した。1992年8月6日から8月15日までの10日間を試験1とし、8月17日から8月26日までの10日間を試験2とした。試験1は乾草のみ、試験2は乾草と圧べんエンバクを給与し、給与量はNRC飼養標準<sup>8)</sup>から算出した維持TDN要求量とした（表1）。供試飼料の成分組成およびエネルギー含量を表2に示した。飼料は午前9時30分と午後4時30分に定量給与した。水およびミネラルブロック（日本全薬工業、固形塩）は自由摂取とした。水

Table 1. Ingredients of diet in each experiment and TDN requirement by NRC

	Exp. 1	Exp. 2
	kgFM <sup>3)</sup> /day	
Hay <sup>1)</sup>	6.5	4.8
Oats		1.0
Total	6.5	5.8
	kg/day	
TDN requirement <sup>2)</sup>	2.8	2.8

1) : 1st cutting orchardgrass chopped hay

2) : TDN requirement of horse for maintenance of 340kg body weight by NRC

3) FM : Fresh matter

Table 2. Chemical composition and energy content of diet in the study

	DM	OM	EE	CP	NDF	Energy
	%	% of DM				cal/gDM
Hay <sup>1)</sup>	85.7	92.8	1.9	8.7	66.2	4,364
Oats	89.1	97.2	6.8	9.3	36.9	4,693
Hay+Oats <sup>2)</sup>	86.2	93.7	2.8	8.8	61.0	4,427

1) : 1st cutting orchardgrass chopped hay  
 2) : Diet used in the Exp. 2  
 DM: Dry matter      OM: Organic matter  
 EE: Ether extract    CP: Crude protein  
 NDF: Nutral detergent fiber

の給与はプラスチック製のコンテナで行ない、朝・夕の飼料給与時に残水を取り替えた。試験期間10日間のうち前半7日を予備期、後半3日を本期とした。消

化試験は酸化クロム法で行った。酸化クロムは、脱脂米糠およびフスマを加えて均一に混合し、ペレット化した(図1)。脱脂米糠、フスマおよび酸化クロムの

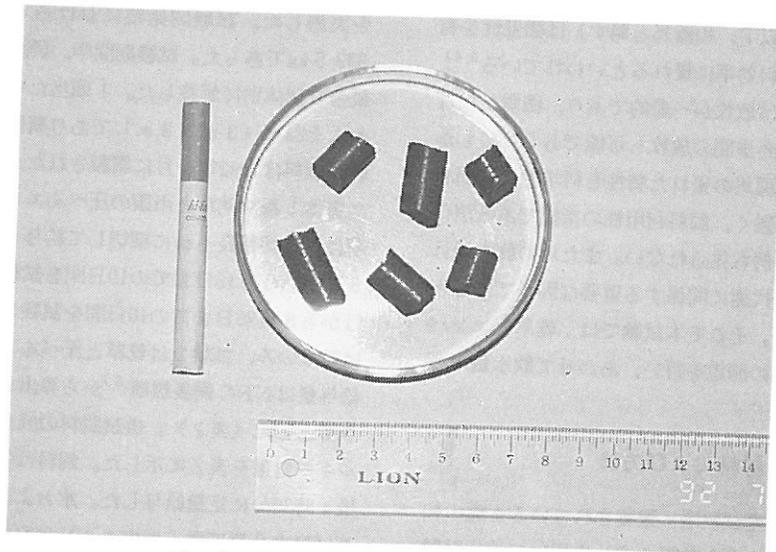


Fig 1. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pellets used in this study

混合比は6:3:1(重量比)とした。ペレットは、70g/頭/日を朝・夕の飼料給与時に半量ずつ投与した。

糞の試料採取は1日2回とした。朝・夕の飼料給与後、排糞するまで馬房脇で待機し、排糞後ただちに糞の一部を採取した。飼料給与後1時間以内に全頭排糞した。試料として採取した糞は、分析に供するまで冷蔵庫で保管した。本期3日間で6回の試料採取を行った。6回分の糞試料を同量ずつ混ぜ合わせ、通風乾燥(60°C, 48時間以上)した。乾燥後1mmスクリーンを通過するように粉碎し分析に供した。供試飼料も同様

に乾燥、粉碎後分析に供した。試料の乾物(DM)、有機物(OM)、エーテル抽出物(EE)、粗蛋白質(CP)の各成分は常法<sup>7)</sup>に従って求めた。繊維成分はデタージェント法<sup>1)</sup>により、中性デタージェント繊維(NDF)を測定した。また燃研式ボンブ熱量計(島津製作所, CA-3型)を用いて、飼料および糞のエネルギー含量を測定した。糞およびペレットの酸化クロム含量は、りん酸カリ試薬法<sup>7)</sup>に従って測定した。また本期3日間で飲水量測定を実施した。給水量と残水量の差を飲水量とした。飼料の成分消化率は、測定した酸化クロム含量から次式<sup>7)</sup>により算出した。

$$\text{成分消化率(\%)} = 100 - 100 \times \frac{\text{摂取飼料中のCr}_2\text{O}_3\text{含量(\%)}}{\text{糞中のCr}_2\text{O}_3\text{含量(\%)}} \times \frac{\text{糞中のその成分含量(\%)}}{\text{飼料中のその成分含量(\%)}}$$

$$\text{排糞量(g)} = \frac{\text{摂取したCr}_2\text{O}_3\text{量(g)}}{\text{糞中Cr}_2\text{O}_3\text{含量(\%)}} \times 100$$

データの検定は、W. R. HARVEYの分析プログラム(LSMLMW, MODEL1)を用いて行った。

結果および考察

今回供試した和種馬の体重の推移を表3に示した。

また排糞量は次式<sup>7)</sup>により算出した。

Table 3. Body weight of experimental animal

Animals	Date of the measurement		
	Aug. 4 <sup>1)</sup>	Aug. 18 <sup>2)</sup>	Aug. 27 <sup>3)</sup>
	kg		
No. 1	358	352	349
No. 2	326	333	338
No. 3	337	333	324
No. 4	337	320	334
Mean	339.5	337.0	336.3
S D	11.6	11.4	9.0

No. 1, 2 : Mare  
 No. 3, 4 : Gelding  
 1) : At the beginning of the Exp. 1  
 2) : At the beginning of the Exp. 2  
 3) : At the end of the experiment

試験期間中、供試した和種馬の体重増減は小さく、ほぼ維持条件であったと思われる。試験期間中の飼料摂取量を表4に示した。試験1における乾物摂取量は、5.6kg/頭/日であった。また試験2の乾物摂取量は、5.0kg/頭/日であった。いずれも残食は生じなかった。試験1に関しては、NRC飼養標準から算出した体重340kgの維持に要する乾物摂取量をほぼ満たしていた。本試験期間中の1日当たり排糞量を表5に示した。

Table 4. Dry matter intake in each experiment

	DMI
	kg/day
Exp. 1	5.6
Exp. 2	5.0

DMI: Dry matter intake

Table 5. Fecal output

Animals	Exp. 1		Exp. 2	
	FM	DM	FM	DM
	kg/day			
No. 1	20.3	3.4	19.8	2.4
No. 2	24.6	2.6	11.8	2.1
No. 3	17.7	2.9	15.3	2.1
No. 4	30.0	2.9	14.2	2.1
Mean ± SD	23.1 ± 4.6	2.9 ± 0.3	15.3 ± 2.9	2.2 ± 0.2

EM: Fresh matter  
 DM: Dry matter

試験1の排糞量は4頭平均で23.1kg/頭/日、試験2では15.3kg/頭/日であり、乾物に換算するとそれぞれ2.9kg、2.2kgとなった。試験2の方が乾物排泄量が少なかった。糞の乾物含量は試験1、試験2でそれぞれ13.0、14.6%であった。FONNESBECK<sup>2)</sup>は乾草だけを給与した時より、穀類を併給した時の方が糞の

Table 6. Daily water intake by experimental animals

Animals	kg/day	
	Exp. 1	Exp. 2
No. 1	35.8 ± 2.8	32.6 ± 1.2
No. 2	35.2 ± 2.8	34.9 ± 1.2
No. 3	27.6 ± 1.4	29.5 ± 1.5
No. 4	38.3 ± 0.5	36.2 ± 1.4

Mean and standard deviation for three days

は、和種馬が摂取した水の量は、28~38kg/日であった。辻井<sup>1)</sup>は、体重約400kgの木曾馬を用いて測定したところ飲水量は13~14ℓ/日であり、飼料中の水分を含めても17~18ℓ/日の摂取量であると報告している。馬の飲水量は乾物摂取量と相関が高く、乾物摂取量が1kg増加すると、飲水量は2~4ℓ/日増加する<sup>8)</sup>。本試験でも試験2より試験1の方が飲水量が多いという傾

Table 7. Apparent digestibility of nutrients and energy by experimental animal in each experiment

	%		Significance
	Exp. 1	Exp. 2	
DM	47.1 ± 5.2	56.5 ± 3.1	*
OM	48.4 ± 5.3	58.0 ± 2.5	*
EE	21.1 ± 4.3	57.7 ± 6.9	***
CP	47.8 ± 3.5	56.9 ± 3.0	*
NDF	45.3 ± 7.1	52.6 ± 4.5	NS
Energy	44.4 ± 5.2	54.7 ± 2.3	*

DM : Dry matter  
 EE : Ether extract  
 NDF : Nutral detergent fiber  
 \* : P < 0.05  
 NS : No significance  
 OM : Organic matter  
 CP : Crude protein  
 \*\*\* : P < 0.001

であり、その差は5%水準で有意となった。EEの消化率は、試験1の21.1%に対して試験2では57.7%と著しく高くなった。OM、CPおよびエネルギーの

乾物含量が高いと報告しており、本試験の結果と一致するものであった。辻井<sup>12)</sup>は木曾馬に乾草と稲ワラとフスマを給与して測定しているが、糞の乾物含量は24~25%であったと報告している。それと比べると、今回測定した和種馬の糞の乾物含量は約半分であった。

飲水量測定の結果を表6に示した。本試験の結果で

向を示した。しかしその差は小さく、統計的にも有意ではなかった。FONNESBECK<sup>2)</sup>が示した回帰式を用いて、本試験における乾物摂取量から飲水量を算出すると約17kg/日となった。これらの数値を比べると、本試験で供試した和種馬は約2倍量の水分を摂取していた。飼料成分とエネルギーの消化率を表7に示した。乾物消化率は試験1、試験2でそれぞれ47.1、56.5%

消化率でも試験1より試験2の方が高く、その差はいずれも5%水準で有意となった。NDF消化率も試験1より試験2の方が高くなる傾向を示したが、その差

は有意ではなかった。これはNDF消化率の個体変動が大きかったためと思われる。

乾草の消化率を一定と仮定して算出したエンバク単味の消化率を表8に示した。EE、CP、NDFの各消

Table 8. Nutrient digestibility estimated of oats in the experiment 2

	Digestibility
	%
DM	97.8 ± 11.9
OM	98.4 ± 8.4
EE	110.6 ± 8.6
CP	104.7 ± 10.4
NDF	109.8 ± 13.4

DM : Dry matter  
 OM : Organic matter  
 EE : Ether extract  
 CP : Crude protein  
 NDF : Nutral detergent fiber

化率で100%を超える結果となった。すなわちエンバクを併給することにより乾草の消化率も向上することがうかがわれた。牛やめん羊などの反芻動物では、穀物飼料の併給により飼料消化率が変化する<sup>3)</sup>が、馬で

も同様の結果が示された。

可消化養分および可消化エネルギー含量を表9に、またそれぞれの摂取量を表10に示した。試験1のTDN摂取量は2.5kgであり、試験2では2.8kgであった。

Table 9. Digestible nutrient and digestible energy content of diets in each experiment

	DCP	TDN	DE
	% of DM	% of DM	cal/g DM
Exp. 1	4.2	45.4	1,938
Exp. 2	5.0	56.3	2,418

Table 10. Digestible nutrient and digestible energy intake in each experiment

Animals	Exp. 1			Exp. 2		
	DCP	TDN	DE	DCP	TDN	DE
	kg/day	kg/day	kcal/kgBW/day	kg/day	kg/day	kcal/kgBW/day
No. 1	0.21	2.5	29.7	0.25	2.8	34.7
No. 2	0.24	2.7	35.3	0.26	2.9	37.5
No. 3	0.25	2.8	36.2	0.23	2.9	37.4
No. 4	0.23	2.1	26.2	0.26	2.6	35.1
Mean	0.23	2.5	31.9	0.25	2.8	36.2
SD	0.02	0.3	4.1	0.01	0.1	1.3

NRCから算出した体重340kgの維持TDN要求量は、およそ2.8kgであり試験1ではこれに満たなかった。DCP摂取量は試験1、試験2でそれぞれ0.23kg/日、0.25kg/日といずれもNRCの要求量(0.2kg/日)を

満たしていた。また可消化エネルギー摂取量で見ると試験1、試験2でそれぞれ31.9、36.2kcal/kgBW/日であった。NRCから算出した和種馬の可消化エネルギー要求量は、36.1kcal/kgBW/日であった。

STILLIONS and NELSON<sup>10)</sup> は馬 (クォーターホース) の維持 DE 要求量は約 33.8 kcal/kgBW/日であったとしている。また, PAGAN and HINTZ<sup>9)</sup> の報告によると, 体重 400 kg の馬が要する維持 DE 量は 33.4 kcal/kgBW/日であった。これらの数値は本試験の結果と比較的近似するものであった。

本試験の結果, 乾草に対するエンバクの併給により, 和種馬の飼料消化率を向上させることが示された。しかし馬の消化率は, 粗飼料の品質にも大きく左右される<sup>5)</sup> ため, 飼料の種類や品質との関連についてさらに詳細な調査が必要であろう。

#### 文 献

- 1) 阿部 亮: 炭水化物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. 畜産試験場資料, 2: 16-17. (1988).
- 2) FONNESBECK, P. V.: Consumption and excretion of water by horses receiving all hay and hay-grain diets. J. Anim. Sci., 27: 1350-1356. (1968).
- 3) 八戸芳夫: 北海道における集約的家畜生産技術の確立に関する基礎的研究, 7-27. 北海道大学農学部, 北海道. (1982).
- 4) 八戸芳夫: 日本在来馬の保存活用に関する調査成

績, 1-53. 日本馬事協会, 東京. (1977)

- 5) 北海道立中央農業試験場, 馬におけるチモシー1番乾草の栄養価, 平成2年度北海道農業試験会議(成績会議)資料, (1991).
- 6) 森本 宏: 家畜栄養学. 第8版, 244-251. 養賢堂, 東京. (1969).
- 7) 森本 宏監修: 動物栄養試験法. 初版, 187-393. 養賢堂, 東京. (1971).
- 8) NRC: Nutrient Requirements of horses. No.6. (4th Ed.). National Academy Press. Washington, DC. (1978).
- 9) PAGAN, J. D and H. F. HINTZ: Equine energetics. I. Relationship between body weight and energy requirements in horses. J. Anim. Sci., 63: 815-821. (1986).
- 10) STILLIONS, M. C and W. E. NELSON: Digestible energy during maintenance of the light horse. J. Anim. Sci., 34: 981-982. (1972).
- 11) 辻井弘忠: 木曾馬の飲水量について. 信州大学農学部紀要, 23: 37-42. (1986).
- 12) 辻井弘忠: 木曾馬の消化率について. 信州大学農学部紀要, 22: 31-34. (1985).

## Apparent digestibility of hay and oats by Hokkaido native pony

Masahito SUGIMOTO, Yukinobu SATO, Tutomu KAWASAKI

### Summary

Two Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> digestion trials (experiment 1, experiment 2) were carried out to examine the utilization of diets by Hokkaido native ponies. Four ponies (two geldings and two mares) were fed a hay diet in experiment 1 and a hay-oats diet in experiment 2. First-cutting chopped orchardgrass hay was used for the experimental forage. These diets were fed at approximately maintenance levels. Ponies were fed each diet for 7 days prior to fecal collections. Feces were collected for 3 days in each experiment. Water intake measurement was also carried out simultaneously. Water was supplied *ad libitum*. Apparent digestibility was higher in experiment 2 than in experiment 1. Dry matter digestibility in experiment 1 and experiment 2 were 47.1% and 56.5% respectively. Thus, digestibility for Hokkaido native ponies tended to be improved by supplementing oats to a forage diet. In this study, the digestible energy intake of Hokkaido native ponies varied between 32 and 36kcal/kgBW/day. Daily water intake varied between 32 and 36kg/day.

Keyword: Hokkaido native pony, Digestibility, Utilization of diets

— 短 報 —

## 受胎牛の血液成分値と受胎成績の関係

陰山 聡一・山本 裕介・南橋 昭・森安 悟・伊東 季春

Relationship Between Pregnancy and  
Blood Profiles in RecipientsSoichi KAGEYAMA, Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMHASHI  
Satoru MORIYASU and Sueharu ITO

胚移植における受胎牛の選定は、受胎率に影響を及ぼす重要な要因のひとつである。また最近では複数胚移植による効率的子牛生産技術が開発され、双子受胎性向上のためにもますます受胎牛選定の重要性が高まっている。

現在一般に広く行われている選定方法は、直腸検査による卵巣所見を主体としたものである。しかしながら直腸検査は主観的判断に負うところが大きく客観的な選定基準が望まれている。

血液成分値については、直腸検査による黄体の形状とプロジェステロン値との関係を検討し、それらと受胎成績との関連を検討したものはいくつか見られるが<sup>3,5,6,7,9)</sup>、受胎性、特に双子受胎性と各種血液成分値との関係について検討したものは見当たらない。

また移植後早期の妊娠診断、更に単子受胎か双子受胎かを診断することができれば、分娩までの受胎牛の適切な管理が可能となる。

そこで本試験では、血液成分値を受胎牛選定あるいは移植後の妊娠診断の際の指標として利用することを目的として、2胚移植を行った受胎牛について移植直前の発情日、移植日および発情回帰予定日に採血を行い、血液成分値と受胎成績との関連を検討したので報告する。

Key words: bovine, blood profiles, pregnancy, recipient

## 材料および方法

供試牛は北海道立新得畜産試験場で繋養しているアバディーンアンガス35頭、ヘレフォード26頭、F<sub>1</sub>(アバディーンアンガス×ホルスタイン)2頭の計63頭の経産牛を用いた。2胚移植は、新鮮胚または凍結胚を黄体側子宮角へ2個、または両側子宮角へ1個ずつ行った。移植期間は1988年12月から1991年10月であり、単子および双子受胎の鑑定は超音波診断によって行った。

血液の採取は胚移植に伴う生理的および内分泌的変化が捉えやすいと予想される時期、すなわち移植直前の発情日(H日)、移植日(ET日)および移植直前の発情日を0日として21日目(R日)にそれぞれ頸静脈あるいは尾動・静脈より行い、直ちに血清を分離して、測定まで-20℃に凍結保存した。測定項目はGOT, LDH, 尿素窒素, 血糖, 総コレステロール, 中性脂肪, 血清蛋白, アルブミン,  $\alpha$ -,  $\beta$ -および $\gamma$ -グロブリン, NEFA(遊離脂肪酸),  $\beta$ -カロチン, プロジェステロンの14項目である。測定は13項目を十勝臨床検査センターに依頼し、プロジェステロンについては帯広畜産大学獣医学科家畜臨床繁殖学講座に依頼した。

## 結果および考察

H日では延べ122頭について採血を行い、そのうち

不受胎57頭, 単子受胎34頭, 双子受胎31頭であった。ET日では延べ132頭について採血を行い, そのうち不受胎59頭, 単子受胎37頭, 双子受胎36頭であった。R日では延べ106頭について採血を行い, そのうち不受胎34頭, 単子受胎36頭, 双子受胎36頭であった。

表1. H日(移植直前の発情日)における受胎牛血液成分値

例数	単位	全体	不受胎	単子受胎	双子受胎
		122	57	34	31
GOT	KU	76.7 ± 23.1	78.8 ± 24.1	77.5 ± 25.6	72.1 ± 17.6
LDH	WRO U	2411.3 ± 526.9	2458.7 ± 601.9	2489.3 ± 547.0	2238.5 ± 269.4
尿素窒素	mg/dl	12.4 ± 4.1	12.3 ± 4.2	12.7 ± 4.6	12.3 ± 3.7
血糖 <sup>1)</sup>	mg/dl	66.3 ± 10.4	66.4 ± 8.5	69.3 ± 11.6	62.8 ± 11.6
総コレステロール	mg/dl	111.6 ± 26.8	113.6 ± 26.1	114.3 ± 25.7	105.0 ± 29.1
中性脂肪	mg/dl	13.1 ± 4.4	13.5 ± 4.5	13.1 ± 4.7	12.6 ± 3.9
血清蛋白	g/dl	7.7 ± 0.7	7.6 ± 0.6	7.7 ± 0.6	7.9 ± 0.8
アルブミン <sup>2)</sup>	g/dl	3.9 ± 0.3	3.8 ± 0.3	4.0 ± 0.3	4.0 ± 0.4
α-グロブリン	g/dl	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2
β-グロブリン	g/dl	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3
γ-グロブリン	g/dl	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.4	1.6 ± 0.3	1.8 ± 0.5
NEFA	μEq/l	324.9 ± 247.2	333.0 ± 235.3	327.8 ± 228.8	306.6 ± 291.6
プロジェステロン	ng/ml	0.5 ± 0.7	0.6 ± 0.9	0.5 ± 0.3	0.5 ± 0.3
β-カロチン	μg/dl	839.0 ± 568.7	907.2 ± 606.7	825.0 ± 511.5	729.0 ± 555.1

平均±標準偏差

1) 単子受胎と双子受胎の2群間に有意差有り (P&lt;0.05)

2) 受胎と不受胎の2群間に有意差有り (P&lt;0.05)

表2. ET日(移植日)における受胎牛血液成分値

例数	単位	全体	不受胎	単子受胎	双子受胎
		132	59	37	36
GOT	KU	67.6 ± 42.3	64.0 ± 12.6	63.8 ± 19.6	77.3 ± 76.8
LDH	WRO U	2256.2 ± 404.3	2267.1 ± 405.8	2253.5 ± 298.6	2241.1 ± 496.9
尿素窒素	mg/dl	12.2 ± 3.5	12.5 ± 3.5	11.8 ± 3.1	12.0 ± 3.9
血糖	mg/dl	73.0 ± 9.3	71.9 ± 8.5	74.7 ± 9.1	72.9 ± 10.8
総コレステロール	mg/dl	112.2 ± 27.7	115.8 ± 26.5	110.3 ± 27.9	108.4 ± 29.5
中性脂肪	mg/dl	15.6 ± 5.3	15.4 ± 5.5	16.5 ± 5.5	15.1 ± 4.6
血清蛋白	g/dl	7.6 ± 0.7	7.5 ± 0.7	7.6 ± 0.7	7.8 ± 0.8
アルブミン	g/dl	3.8 ± 0.4	3.8 ± 0.4	3.9 ± 0.4	3.9 ± 0.4
α-グロブリン	g/dl	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2
β-グロブリン	g/dl	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	1.1 ± 0.3	1.0 ± 0.3
γ-グロブリン <sup>1)</sup>	g/dl	1.7 ± 0.4	1.7 ± 0.4	1.6 ± 0.4	1.9 ± 0.5
NEFA	μEq/l	564.2 ± 423.6	541.1 ± 384.5	618.2 ± 437.8	546.8 ± 474.4
プロジェステロン	ng/ml	5.1 ± 4.7	4.4 ± 3.0	5.5 ± 5.7	5.7 ± 5.8
β-カロチン	μg/dl	847.5 ± 569.8	900.5 ± 565.9	789.0 ± 528.0	820.9 ± 623.6

平均±標準偏差

1) 単子受胎と双子受胎の2群間に有意差有り (P&lt;0.05)

H日, ET日およびR日の血液成分値を不受胎, 単子受胎および双子受胎に分類した結果をそれぞれ表1, 表2および表3に示した。各項目については受胎と不受胎の2群, あるいは単子受胎, 双子受胎および不受胎の3群に群別した場合について分散分析を行った。

表3. R日(移植直前の発情日を0として21日目)における受胎牛血液成分値

例数	単位	全体	不受胎	単子受胎	双子受胎
		106	34	36	36
GOT	KU	65.8 ± 14.9	69.4 ± 13.5	61.8 ± 14.4	66.4 ± 16.0
LDH	WRO U	2191.7 ± 278.9	2215.1 ± 259.4	2203.3 ± 264.0	2157.9 ± 313.6
尿素窒素	mg/dl	12.4 ± 4.2	12.0 ± 4.3	12.4 ± 3.9	12.7 ± 4.4
血糖	mg/dl	59.5 ± 9.1	60.6 ± 7.1	60.2 ± 10.7	57.8 ± 9.0
総コレステロール	mg/dl	103.5 ± 25.2	107.2 ± 20.3	102.9 ± 27.7	100.5 ± 27.1
中性脂肪	mg/dl	13.3 ± 4.2	13.5 ± 4.2	12.8 ± 3.8	13.7 ± 4.5
血清蛋白	g/dl	7.8 ± 0.7	7.8 ± 0.4	7.6 ± 0.7	7.9 ± 0.8
アルブミン	g/dl	3.9 ± 0.3	3.9 ± 0.3	3.9 ± 0.3	3.9 ± 0.3
α-グロブリン	g/dl	1.0 ± 0.2	1.1 ± 1.2	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2
β-グロブリン	g/dl	1.1 ± 0.3	1.0 ± 0.2	1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.3
γ-グロブリン	g/dl	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.4	1.6 ± 0.4	1.8 ± 0.5
NEFA <sup>1)</sup>	μEq/l	245.4 ± 178.4	304.1 ± 237.9	231.8 ± 157.4	203.7 ± 109.4
プロジェステロン	ng/ml	5.6 ± 5.0	4.9 ± 5.5	5.5 ± 3.2	6.4 ± 6.0
β-カロチン	μg/dl	806.8 ± 542.5	886.4 ± 548.7	776.6 ± 494.4	761.9 ± 587.7

平均±標準偏差

1) 受胎と不受胎の2群間および不受胎と双子受胎の2群間それぞれに有意差有り (P&lt;0.05)

受胎と不受胎の2群間ではH日(表1)のアルブミンとR日(表3)のNEFAにおいて有意差が見られた(P<0.05)。単子受胎, 双子受胎および不受胎の3群に群別した場合には, H日(表1)の血糖とET日(表2)のγ-グロブリンにおいて単子受胎と双子受胎の間に有意差が見られた(P<0.05)。またR日(表3)のNEFAにおいて不受胎と双子受胎の間に有意差が見られた(P<0.05)。

これまでに受胎性あるいは双子受胎性と血液成分値との関係についての知見はほとんど得られていない。本試験で有意差の見られた血液成分について, アルブミンはタンパク質の貯蔵源・輸送担体として重要であり, その変動は肝臓機能の低下, 栄養不良などを反映し, NEFAは飢餓などの慢性栄養ストレス時には大きく増加するといわれている。また, γ-グロブリンは慢性的感染症や肝疾患などにより上昇するといわれている<sup>2)</sup>。しかしながらどの群でもほぼ正常値<sup>2)</sup>の範囲内での変動であり, 指標として利用できるような差ではなかった。つまり, 本試験で測定した13項目の一般血液成分値は受胎牛の全身状態を反映しているとはいえ, 受胎性などの繁殖機能に単独で大きく影響するようなものではないことが明らかとなった。一般に臨床的に健康な牛を受胎牛とするならば, 受胎性の指標となるような差が現れるような血液成分を見いだすこ

とは非常に難しいと予想されたが, 今後も例数を増やして他の成分についても検討が必要と考えられた。

山本ら<sup>10)</sup>は移植時の受胎牛の血清中プロジェステロン値と受胎性について検討し, 有意差はないものの受胎牛の方が不受胎牛より高かったと報告している。本試験でも同様にET日において不受胎, 単子受胎, 双子受胎の順にプロジェステロン値が高くなる傾向が認められた(表2)。受胎牛選定において移植時プロジェステロン値は比較的良好に検討されており, 現在のところ受胎牛選択の主要な指標として用いられている直腸検査による黄体形状とプロジェステロン値の関係についても調べられている。これらの報告では黄体が大きいほどプロジェステロン値は高くなる傾向が見られるが<sup>4,6,9)</sup>, 黄体の形状と受胎率には関係がなく, 直腸検査では黄体の機能を判定することは困難であることが述べられている<sup>1,3,4,7)</sup>。したがって, 直腸検査で黄体の有無は判定できるが, 黄体が触知できるものでは, その機能差を判定するためにプロジェステロン値のような客観的な指標が必要と考えられる。

ET日のプロジェステロン値を1 ng/ml未満, 1 ng/ml以上2 ng/ml未満, 2 ng/ml以上5 ng/ml未満および5 ng/ml以上に分類した場合の受胎成績をまとめたものを表4に示した。不受胎牛のプロジェステロン値の範囲は0.63~14 ng/mlと幅広く,

表 4. E T 日 (移植日) における受胎牛のプロゲステロン値と受胎成績の関係

プロゲステロン値 (P; ng/ml)	移植延べ頭数 (頭)	不受胎頭数 (%)	単子受胎頭数 (%)	双子受胎頭数 (%)
P < 1	2	1 (50.0)	—	1 (50.0)
1 ≤ P < 2	17	7 (41.2)	6 (35.3)	4 (23.5)
2 ≤ P < 5	66	32 (48.4)	17 (25.8)	17 (25.8)
5 ≤ P	47	19 (40.4)	14 (29.8)	14 (29.8)

1 ng/ml未満であったもののうちの1頭は双子を受胎しており、個体差がかなり大きいことがうかがわれた。REMSSEN and ROUSSEL<sup>7)</sup> および NIEMANN et al.<sup>4)</sup> は移植時のプロゲステロン値が2~5 ng/mlの場合に受胎率が最も高いと報告し、NORTHEY et al.<sup>5)</sup> は2~6 ng/mlの場合の受胎率が最も高いと報告している。また、沼辺ら<sup>6)</sup> は1.8 ng/ml以上の受胎牛を選定することを勧めている。しかし、山本ら<sup>10)</sup> はプロゲステロン値が3.3~4.5 ng/mlと高

いにもかかわらず不受胎の牛がいたことを報告している。これらのことから、プロゲステロン値は直腸検査に比べ黄体の機能を評価する方法としては客観的であるが、単独で受胎性の指標として用いることは難しいと考えられた。

R日のプロゲステロン値を1 ng/ml未満, 1 ng/ml以上2 ng/ml未満, 2 ng/ml以上5 ng/ml未満および5 ng/ml以上に分類した場合の受胎成績をまとめたものを表5に示した。不受胎牛のプロゲステ

表 5. R日 (移植直前の発情日を0日として21日目) における受胎牛のプロゲステロン値と受胎成績の関係

プロゲステロン値 (P; ng/ml)	移植延べ頭数 (頭)	不受胎頭数 (%)	単子受胎頭数 (%)	双子受胎頭数 (%)
P < 1	10	10 (100)	—	—
1 ≤ P < 2	10	3 (30.0)	3 (30.0)	4 (40.0)
2 ≤ P < 5	40	9 (22.5)	15 (37.5)	16 (40.0)
5 ≤ P	46	12 (26.1)	18 (39.1)	16 (34.8)

ロン値の範囲は0.2~22 ng/mlとかなり幅広かったが、1 ng/ml未満の場合は全て不受胎であった。佐藤ら<sup>8)</sup> は人工授精後の次回発情予定日のプロゲステロン値を1 ng/mlを基準として区分した場合、90%の適中率で妊娠診断ができたと報告している。これらのことから、胚移植後の不受胎の判定の指標としてR日におけるプロゲステロン値を利用できることが示唆された。しかしながら単子受胎と双子受胎の間には違いは認められなかった。

受胎性あるいは双子受胎性が血液成分値などの客観的な指標により予測することができれば、2胚移植などの胚移植技術の効率を大きく高めることが可能となる。今後は他のホルモンや一般血液成分も含め、多変量解析などにより複数の成分値による総合的な検討を進めていくことが必要であると考えられる。

## 謝 辞

プロゲステロンの測定に御協力いただいた帯広畜産大学獣医学科家畜臨床繁殖学講座の大崎和栄先生はじめ関係各位に感謝致します。

## 文 献

- 1) HASLER, J. F., A. D. McCAULEY, W. F. LATHROP and R. H. FOOTE: Effect of donor-embryo-recipient interactions on pregnancy rate in large-scale bovine embryo transfer program. *Theriogenology*, 27: 139-169. (1987).
- 2) 久保周一郎・友田 勇: 獣医臨床生化学, 第4版 近代出版 (1991).
- 3) 久利生正邦・堂地 修・宮田幸路・下平乙夫: 受

胎牛の黄体形状と血中プロゲステロン値. 繁殖技術会誌, 14: 181-184. (1992).

- 4) NIEMANN, H., B. SACHER and F. ELSAE-SSER: Pregnancy rates relative to recipient plasma progesterone levels on the day of non surgical transfer of frozen/thawed bovine embryos. *Theriogenology*, 23: 631-638. (1985).
- 5) NORTHEY, D. L., F. L. BARNES, W. H. EYESTONE and N. L. FIRST: Relationship of serum progesterone, luteinizing hormone and the incidence of pregnancy in bovine embryo transfer recipients. *Theriogenology*, 23: 214. (1985).
- 6) 沼辺 孝・大久範幸・高田直和・石川勇志: 牛胚移植における黄体形状と血中プロゲステロン濃度による受胎牛選定方法の検討. 宮城県畜産試験場研究報告, 3: 1-3. (1989).
- 7) REMSEN, L. G. and J. D. ROUSSEL: Pregnancy rates relating to plasma progesterone levels in recipient heifers at day of transfer. *Theriogenology*, 18: 365-372. (1982).
- 8) 佐藤 繁・富田和夫・高橋英士・菅原通正: 牛の人工授精後における血清中プロゲステロン濃度の変動と受胎成績. *日獣会誌*, 38: 506-509. (1985).
- 9) 砂川政弘・笠原民夫・角田龍司・大津昇三: 牛受胎卵 (胚) 移植における受胎 (胚) 牛の黄体の形状及び血中プロゲステロン値と移植成績. 家畜繁殖学会誌, 33: 206-208. (1987).
- 10) 山本静二・大脇直人・小嶋健司・橋爪一善・辻井弘忠: 受胎卵移植時の受胎牛の血清中のプロゲステロン濃度と受胎の関係について. 繁殖技術会誌, 14: 17-19. (1992).

## Influence of roughage to soybean ratios on apparent digestibility and TDN value of soybean in sheep

Satoshi HARA, Hirotaka KASUYA, Ikuo OSAKA,  
and Noriyoshi OGURA

Indigestibility of feeds accounts for the largest single loss in nutrient utilization by ruminant animals, and therefore, information on indigestibility or digestibility is essential to formulate rations of growing or producing animals. In determining digestibility of feedstuff, it is accepted that direct digestion trial with the certain feedstuff is the most reasonable way. On the other hand, concentrates is not desirable to be fed alone to ruminants. Consequently, concentrate feed to be determined digestibility has to be fed with roughage known digestibility. Then, Assuming the digestibility of roughage is not affected by addition of the concentrate, the digestibility of concentrate are calculated by difference. This assumption, however, is careful attentions to the condition of digestion trial because some associative effects have been observed<sup>9)</sup>.

OGAWA et al.<sup>6)</sup> observed considerable depression in digestibility of forage when the diet contained barley more than 60%, and concluded that the optimum proportion of concentrate in a diet for digestion trial was about 50% to obtain digestibility of the concentrate. However, in the case of concentrates containing high fat such as soybean, it is presumed that fat affects digestibility, especially in fiber fraction<sup>3)</sup>.

The present study was conducted to examine the influence of forage to soybean ratios on apparent digestibility and TDN value of soybean in sheep, and to determine the desirable soybean ratio in digestion trial.

### MATERIALS AND METHODS

Four wethers weighing on average of 59kg were used. Chopped first cut timothy hay, which was previously determined the apparent digestibility with four wethers, was used as the roughage source. Soybean was steam-flaked and drum-roasted at 120°C exit temperature. Wethers were

fed mixed diets with three proportions of soybean in the total diet. The highest proportion of soybean in the diet dry matter was set at 40 percent, and the other two were two-thirds and one-third of the proportion. Consequently, the actual ratios of hay to soybean were 58 : 42, 72 : 28, and 86 : 14 on a dry matter basis. The chemical composition of these ingredients and the calculated chemical composition of the mixed diets are shown in Table 1, and the apparent digestibility of the hay are shown in Table 2.

---

Key words : soybean, digestibility, feed evaluation, sheep.

**Table 1.** Chemical composition of timothy hay, soybean and mixed diets

	Foods		Ratio of hay to soybean		
	timothy hay	soybean	hay to soybean		
			86:14	72:28	58:42
Dry matter, %	87.3	91.8	87.9	88.5	89.1
Analysis of DM					
Crude Protein, %	7.2	43.1	12.2	17.7	22.0
Ether extract, %	2.1	18.4	4.4	6.6	8.8
N - free extract, %	49.9	26.1	46.6	43.4	40.3
Crude fiber, %	35.7	6.9	31.7	27.7	23.8
Crude ash, %	5.1	5.5	5.2	5.2	5.3

**Table 2.** Apparent digestibility of timothy hay

	Digestibility, %
Dry matter, %	65.3
Organic matter, %	66.8
Crude protein, %	51.4
Ether extract, %	53.7
N - free extract, %	65.9
Crude fiber, %	72.3

The wethers were kept in metabolism cages individually, and were fed twice a day at 1.7% of animal's live body weight on a dry basis. Fresh water and mineral salt block were available at all time. Feces was collected by total collection for six days following a preliminary period of eight days. Feed and fecal samples were dried at 60°C in a forced air oven for 48 hours and then ground in a willy mill through a 1 - mm screen. The ground samples were analyzed for chemical composition by methods of A. O. C. 2).

Assuming the apparent digestibilities of hay does not change by the proportion of soybean in the diets, apparent digestibility of soybean was calculated using following equation :

$$\text{Apparent digestibility} = 1 - [1 - D - (1 - Dh) \times (1 - Rs)] / Rs$$

where D is the apparent digestibility of total diet, Dh is the apparent digestibility of hay, and Rs is the ratio of soybean in total dry matter.

The data were subjected to analysis of variance, and differences among means were tested by SHEFFÉ'S method<sup>3)</sup>.

## RESULTS AND DISCUSSION

With increasing the proportion of soybean in the diet, protein concentration in the total diets increased from 12.2% to 22.0%, and crude fiber concentration decreased from 31.7% to 23.8%. Fat concentration were 4.4, 6.6, and 8.8% for 86 : 14, 72 : 28, and 58 : 42 diet respectively (Table 2).

**Table 3.** Apparent digestibility of the total diets at the three ratios of hay to soybean

	Ratio of hay to soybean		
	86:14	72:28	58:41
Dry matter, %	66.3±3.9	68.7±0.6	66.8±3.6
Organic matter, %	67.5±3.5	69.9±0.6	68.2±3.7
Crude protein, %	65.0±3.2 <sup>a</sup>	75.1±2.9 <sup>b</sup>	79.3±1.5 <sup>b</sup>
Ether extract, %	75.7±2.3 <sup>a</sup>	80.7±1.9 <sup>b</sup>	85.5±1.7 <sup>c</sup>
N - free extract, %	64.4±4.0	66.3±0.8	61.6±3.6
Crude fiber, %	72.7±3.4	70.0±1.2	62.7±7.4

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

Data on apparent digestibility of the total diets are shown in Table 3. The apparent digestibilities of dry matter, organic matter and N - free - extract were similar among the treatments. The digestibilities of crude protein and ether extract linearly increased as the proportion of soybean increased (P < 0.05). These

increases were apparently due to the increase of the components in the diet with an increase of soybean content and the comparative decrease of endogenous losses. There was a trend to decrease the apparent digestibility of crude fiber as the proportion of soybean increased (P<0.10).

**Table 4.** Apparent digestibility and TDN value of soybean at the three ratios of hay to soybean

	Ratio of hay to soybean		
	86:14	72:28	58:41
Dry matter, %	82.7±10.4	77.6± 3.3	69.0± 8.7
Organic matter, %	82.0± 8.7	78.2± 2.1	70.1± 8.9
Crude protein, %	82.1± 1.1	85.4± 2.1	86.0± 8.9
Ether extract, %	93.0± 2.5	88.8± 2.4	90.7± 2.0
N - free extract, %	66.1±14.8	67.9± 4.8	49.4± 1.3
Crude fiber, %	100.9±63.9 <sup>a</sup>	38.4±17.5 <sup>a,b</sup>	-7.9±62.0 <sup>b</sup>
TDN value, %	98.1± 8.7	94.0± 2.2	89.0± 6.0
DCP value, %	35.4± 0.5	36.8± 1.8	37.1± 0.3

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

Apparent digestibility, TDN, and DCP value of soybean are calculated from difference, and are shown in Table 4. No difference and trend were observed in the apparent digestibility of crude protein among treatments, and this resulted in similar DCP values. There was also no difference in ether extract among the treat-

ments.

The apparent digestibilities of dry matter and organic matter of soybean were not significantly affected by the proportion of soybean, however, there was a trend to decrease as the proportion of soybean increased. The apparent digestibility of dry matter for 58 : 42 diet was 13.7% units

lower than that for 86 : 14 diet. KARALAZOS et al.<sup>4)</sup> observed that apparent digestibility of dry matter and organic matter decreased significantly with increasing the proportion of whole cotton seed in the diet. The depression of above mentioned nutrients in the present study was in accord with the findings of KARALAZOS et al.<sup>4)</sup>. Therefore, the apparent digestibility of these nutrients may be considered to depress with increasing the proportion of soybean in the diet. The apparent digestibility of N-free extract were similar for 86 : 14 or 72 : 28 diet, but were numerically higher than for 58 : 42 diet.

The apparent digestibility of crude fiber was decreased greatly as the proportion of soybean in the diet increased, and was more variable than those of other nutrients. There was significant difference between 86 : 14 and 58 : 42 diet ( $P < 0.05$ ). This result is in agreement with the findings of KARALAZOS et al.<sup>4)</sup>. As well as dry matter digestibility, the TDN value tended to decrease with increasing the proportion of soybean in the diet.

PALMQUIAT<sup>7)</sup>, quoted by DEVEVENDA and LEWIS<sup>3)</sup>, pointed out the possible causes of depressed fiber digestion in the review : (1) physical coating of the fiber by fat ; (2) modified rumen microbial population due to toxic effects of fat ; (3) inhibition of microbial activity from surface-active effects of fatty acids on cell membranes ; (4) reduced cation availability from formation of insoluble complexes with long-chain fatty acid. Since the concentration of crude protein and crude fiber in the diet were within the ranges which keep normal ruminal fermentation<sup>5)</sup>, the depression in the digestibility of dry matter, organic matter and N-free extract as well as fiber observed in our study seems to be explained by some of these causes.

The TDN value of soybean obtained in this study tended to decrease considerably with increasing the proportion of soybean in the diet

(98.1, 94.0, and 89.0% for 86 : 14, 72 : 28, and 58 : 42 diet, respectively). The chemical composition of soybean in our study are similar to those in Standard Table of Feed Composition in Japan<sup>1)</sup> and in the NRC Table<sup>5)</sup>. However, TDN value of soybean in Standard Table of Feed Composition in Japan<sup>1)</sup> was higher than the highest value in our study (106.3% versus 98.1%), whereas, the value adopted by NRC<sup>5)</sup> was similar with the value at the ration of 72 : 28 in our study (94.0% versus 94.0%). Our result suggested that the difference of TDN value between NRC<sup>5)</sup> and Standard Table of Feed Composition in Japan<sup>1)</sup> may partly due to the difference of condition of digestion trail, such as ratio of forage to soybean.

In conclusion, with increasing the proportion of soybean in the diet, the apparent digestibility of some components (dry matter, organic matter, and N-free extract), and TDN value, an useful index for food evaluation, decreased considerably. This indicates that the digestion trail for evaluation of the nutritive value of soybean has to be conducted in a suitable ratio of forage to soybean. In this study, the least standard deviation of apparent digestibilities of dry matter, organic matter, and fiber, and TDN value was observed when 72 : 28 diet was fed.

#### ACKNOWLEDGMENT

We wish to thank Dr. M. OKAMOTO, Takikawa Animal Husbandry Experiment Station of Hokkaido, for his helpful advise.

#### REFERENCES

- 1) Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat, Standard Tables of Feed Composition in Japan., Tokyo. (1988).
- 2) Association of Official Agricultural Chemists, Official methods of analysis, 12th ed. Washington, D. C. (1975).
- 3) DEVENDRA, C, and D. LEWIS : The inter-

- action between dietary lipids and fibre in the sheep. 2. Digestibility studies. J. Anim. Pro., 19 : 67-76. (1974).
- 4) KARALAZOS, A., D. DOTAS and J. BIKOS : A note on the apparent digestibility and nutritive value of whole cottonseed given to sheep. Anim. Prod. 55 : 285-287. (1992).
  - 5) National Research Council, Nutrient requirements of dairy cattle, 6th revised, National Academy Press, Washington, D. C. (1989).
  - 6) OGAWA, K., S. OSHIO and I. TAHATA : Effect of the roughage to concentrate ratio on

- digestibility in sheep. Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 32 : 27-33. (1985).
- 7) PALMQUIST, D. L. : Use of fats in diets for lactating dairy cows. Fats in animal nutrition, 357-381. Butterworths, London. (1984).
  - 8) SHINJO S. : First Course in Statistics, University of the Ryukyus, Okinawa. (1990).
  - 9) SCHNEIDER, B. H., and WILLIAM, P. F., : The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments, The University of Georgia Press Athens, USA. (1975).

Nucleotide Sequence of Gene 5 Encoding the Inner Capsid Protein  
(VP6) of Bovine Group C Rotavirus : Comparison With  
Corresponding Genes of Group C, A, and B Rotaviruses

Baoming JIANG<sup>1)</sup>, Hiroshi TSUNEMITSU, Jon R. GENTSCH<sup>1)</sup>, Roger I. GLASS<sup>1)</sup>,  
Kim Y. GREEN<sup>2)</sup> Yuan QIAN<sup>2)</sup> and Linda J. SAIF<sup>3)</sup>

VIROLOGY Vol 190 542-547 (1992)

To further study the molecular characteristics of group (gp) C rotaviruses, we produced, cloned, and sequenced cDNA to gene 5 of the Shintoku strain of bovine gp C rotavirus. The resulting clone was specific for gene 5 and was genetically related to the human and porcine gp C rotaviruses, as demonstrated by Northern blot hybridization analysis. The Shintoku gene 5 is 1352 nucleotides in length and has one open reading frame encoding a polypeptide of 395 amino acids with a predicted molecular mass of 44.5 kDa. Comparative sequence analysis indicated that : (i) the Shintoku gene 5 protein shared 88.4 to 90.6% homology with the VP6 of the human (Bristol and 88-220) and porcine (Cowden) strains of gp C rotaviruses, but only low homology with the VP6 of bovine gp A (RF) and human gp B (ADRV) rotaviruses (41.3

and 16.3%, respectively) ; (ii) the predicted secondary structure was highly conserved among the gene 5 proteins of the bovine, porcine, and human gp C rotaviruses ; and (iii) seven highly conserved regions were identified for the first time in the deduced primary amino acid sequences of gene 5 of gp C and gene 6 of gp A rotaviruses. However, only three of these highly conserved areas were present in the regions of VP6, where the secondary structure was predicted to be similar for the rotavirus strains examined. These three regions may contribute to common epitopes between the two groups of rotaviruses. Our results, in comparison with data for other rotaviruses, indicate that gene 5 of the bovine gp C rotavirus codes for the major inner capsid protein (VP6).

- 1) Viral Gastroenteritis Unit, Division of Viral and Rickettsial Diseases, National Center for Infectious Diseases, Centers for Disease Control, Atlanta, Georgia 30333
- 3) Food Animal Health Research Program, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University Wooster, Ohio 44691

- 2) Laboratory of Infectious Diseases, National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland 20892

## Production and Characterization of Monoclonal Antibodies to Porcine Group C Rotaviruses Cross - Reactive with Group A Rotaviruses

Hiroshi TSUNEMITSU, Clem K. OJEH<sup>1)</sup>, Baoming JIANG<sup>1)</sup>, Ron A. SIMKINS<sup>1)</sup>,  
Peggy A. WEILNAU<sup>1)</sup> and Linda J. SAIF<sup>1)</sup>

VIROLOGY Vol 191, 272-281 (1992)

Five monoclonal antibodies (MAbs) to porcine group (gp) C rotaviruses (Cowden and Ah strains) reactive with both gp A and C rotaviruses in cell culture immunofluorescence (CCIF) tests were produced and characterized. These MAbs reacted with three strains of gp A and two strains of gp C rotaviruses in a CCIF test and were classified into two groups based on their CCIF titers. The MAbs also reacted to various degrees with cell - culture - propagated porcine gp C rotavirus (Cowden) and bovine gp A rotavirus (NCDV) in an enzyme - linked immunosorbent assay by using the MAbs as capture antibodies. Fecal samples containing

human, bovine, and porcine strains of gp A and C rotaviruses were positive when tested using one of the MAbs in this assay. The MAbs recognized VP6 of gp A rotavirus and the VP6 counterpart (41 - kDa protein) of gp C rotavirus in Western blot assay. Results of competitive binding assays on four MAbs indicated that gp A and gp C rotaviruses share three overlapping epitopes within a single antigenic domain. These results suggest that gp A and C rotaviruses share a common antigen located on the VP6 protein, which is recognized by certain MAbs in various serologic assays.

1) Food Animal Health Research Program, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster, Ohio 44691.

## Development of a Biotin - Streptavidin - Enhanced Enzyme - Linked Immunosorbent Assay Which Uses Monoclonal Antibodies for Detection of Group C Rotaviruses

C. K OJEH<sup>1)</sup>, H. TSUNEMITSU, R. A. SIMKINS<sup>1)</sup>, L. J. SAIF<sup>1)</sup>

J. Clinical Microbiology Vol 30, NO. 7 1667-1673 (1992)

A biotin-streptavidin-enhanced enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) which uses monoclonal antibodies (MAbs) for the detection of group C rotaviruses was developed. An assay in which plates were coated with three pooled MAbs and biotinylated polyclonal immunoglobulin G (IgG) (polyclonal antibody [PAb]) was used as the detector (MAb capture - PAb detector) was found to be the most sensitive and specific of the assays when it was compared with assays in which plates were coated with polyclonal antiserum and detection was done with either biotinylated polyclonal antiserum (PAb capture - PAb detector) or biotinylated pooled MAbs (PAb capture - MAb detector). The MAb capture-PAb detector ELISA detected 83% of samples confirmed to be positive for group C rotaviruses, whereas the PAb capture - PAb detector assay detected 63% of positive samples and the PAb capture - MAb detector assay detected 65% of positive samples. All three procedures detected both of the bovine and

the two human group C rotaviruses, but none of the three procedures detected fecal samples containing group A and B rotaviruses or fecal samples negative for group C rotaviruses used in this study. The sensitivity of the MAb capture - PAb detector ELISA was determined by serially diluting fecal group C rotaviruses; antigens were detected in maximal positive dilution ranges of 1 ; 1,000 to 1 ; 3,000 for the samples tested. On the basis of the cell culture immunofluorescence assay infectivity titer of semipurified cell culture - passaged Cowden group C rotavirus, the sensitivity of the MAb capture-PAb detection ELISA for detection of homologous group C rotavirus was 53 fluorescent focus units per ml. Epitope mapping by use of the biotinylated MAbs in a competition assay suggested that our MAbs may bind to three different but overlapping epitopes. These results suggest that the MAb capture - PAb detector ELISA can be used to study the epidemiology of group C rotaviruses in humans and animals.

1) Food Animal Health Research Program, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster, Ohio 44691

## Detection of Group C Rotavirus Antigens and Antibodies in Animals and Humans by Enzyme - Linked Immunosorbent Assays

Hiroshi TSUNEMITSU, Baoming JIANG<sup>1)</sup>, and Linda J. SAIF<sup>1)</sup>

J. Clinical Microbiology Vol 30 No.8 2129-2134 (1992)

Enzyme - linked immunosorbent assays (ELISAs) were developed to detect group (gp) C rotavirus antigens and antibodies. Both assays were confirmed to be specific for gp C rotavirus by using serogroup A, B, and C rotaviruses ; hyperimmune antisera to these serogroups of rotaviruses ; and paired serum specimens from animals infected with gp C rotaviruses. The ELISA for antigen detection reacted not only with porcine gp C rotaviruses but also with human and bovine gp C rotaviruses. Following experimental challenge of gnotobiotic pigs with porcine gp C rotavirus, the virus was found by ELISA in all diarrheic feces. A high prevalence of antibodies to gp C rotaviruses was detected in

sera from adult pigs (93 to 97%) and cattle (47 to 56%) in the United States and Japan. However, no antibody to gp C rotavirus was detected in the sera (n=20) of adult horses in the United States. In human sera from Hokkaido, Japan, 3 % of children and 13% of adults possessed antibody to gp C rotaviruses. These results suggest that the ELISA that we developed may be useful for surveying gp C rotavirus infections in animals and humans. On the basis of serology, gp C rotavirus infections are common in pigs and cattle in the United States and Japan, but they occur at lower levels in humans from the Hokkaido area of Japan.

1) Food Animal Health Research Program, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster, Ohio 44691

## Evidence of Serologic Diversity within Group C Rotaviruses

Hiroshi TSUNEMITSU, Baoming JIANG<sup>1)</sup>, Yasutaka YAMASHITA<sup>2)</sup>, Mitsutaki OSETO<sup>2)</sup> Hiroshi USHIJIMA<sup>3)</sup>, and Linda J. SAIF<sup>1)</sup>

J. Clinical Microbiology Vol 30 No.11 3009-3012 (1992)

The Cowden strain of porcine group C rotavirus and the Shintoku strain of bovine group C rotavirus were classified as different serotypes by two - way cross - neutralization tests. Two neutralization patterns against the Cowden and Shintoku strains were observed when hyperimmune or convalescent - phase antisera to three noncultivable porcine group C rotaviruses and a human group C rotaviruses were used in one - way cross - neutralization tests. Antisera to two porcine group C rotavirus and the human group C rotavirus neutralized the Cowden strain at high titers but did not neutralize the Shintoku strain, suggesting that these three strains are serotypically related to the Cowden strain. The remaining antisera to a porcine group C ro-

tavirus (HF strain) reacted with the Cowden and Shintoku group C rotaviruses in cell culture immunofluorescence tests but did not neutralize either virus in one-way cross-neutralization, suggesting that the HF strain belongs to a third serotype. However, confirmation of these findings requires additional analysis by two - way cross - neutralization. Our findings support the existence of at least two distinct serotypes of group C rotaviruses, and possibly a third, among animals and humans. The serotypic similarity observed between the Cowden strain and a human group C rotavirus suggests that the cultivatable Cowden strain and antiserum to this virus may provide important reagents for the diagnosis of group C rotaviruses in humans.

1) Food Animal Health Research Program, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster, Ohio 44691<sup>2)</sup>

2) Ehime Prefectural Institute of Public Health, 234-8 Sanban-cho, Matsuyama, Ehime 790,

3) Department of Enteroviruses, National Institute of Health, Musashimurayama, Tokyo 208, <sup>4)</sup>

## Analysis of the genetic diversity of genes 5 and 6 among group C rotaviruses using cDNA probes

B. M. JIANG<sup>1)</sup>, H. TSUNEMITSU, Y. QIAN<sup>2)</sup>, K. Y. GREEN<sup>2)</sup>, M. OSETO<sup>3)</sup>  
Y. YAMASHITA<sup>3)</sup>, and Linda J. SAIF<sup>1)</sup>

Archives Virology Vol 126 45~56 (1992)

**Summary.** Two partial cDNA clones of genes 5 (encoding the major inner capsid protein VP 6) and 6 (encoding a nonstructural protein) of the porcine group (Gp) C rotavirus (Cowden strain) were radiolabeled with <sup>32</sup>P and used individually as probes in Northern and dot blot hybridization assays. The specificity of each probe was tested against genomic dsRNA from: (1) Porcine Gp A, B, and C rotaviruses; (2) Gp C rotaviruses from different species; and (3) porcine Gp C rotavirus field strains with varying electropherotype patterns. Neither probe hybridized with ds RNA from the porcine Gp A and B strains under the stringency conditions employed in the study. However, the gene 5 probe hybridized with the corresponding gene from the homologous porcine and the heterologous

human and bovine Gp C rotaviruses tested. The gene 6 probe hybridized with the corresponding gene from the homologous Cowden strain, but hybridized weakly with gene 6 from the human and bovine Gp C rotaviruses. Both probes recognized all six different porcine Gp C field strains, although with varying intensities. Our results demonstrate that the gene 5 and 6 probes used in this study are specific for Gp C rotaviruses. However, evidence for greater genetic variation in the gene 6 among porcine, bovine and human Gp C strains suggested that the gene 5 probe may prove more broadly reactive among Gp C strains from different species. cDNA probes used in our study should prove useful for the detection of Gp C rotaviruses in feces and facilitate epidemiologic studies.

- 1) Food Animal Health Research Program, Ohio Agricultural Research and Development Center, The Ohio State University, Wooster, Ohio
- 3) Ehime Prefectural Institute of Public Health, Matsuyama, Ehime, Japan

- 2) Laboratory of Infectious Diseases, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, U. S. A.

## 家畜の性決定遺伝子 (SR Y) 保存領域の PCR 法による増幅と塩基配列<sup>†</sup>の種差

陰山 聡一・森安 悟・田畑 利幸<sup>1)</sup>・千国 幸一<sup>2)</sup>

日畜会報 63巻 10号 1059-1065 (1992)

SINCLAIR らが報告した SR Y (sex-determining region Y) はその後の一連の研究により性決定遺伝子であることが確認されている。そして、サザンブロットの結果から SR Y は哺乳動物の間で広く保存されていると報告している。本試験では、ヒト、ウシ、ヤギ、ヒツジ、ブタ、シカおよびマウスについて、ヒト、マウスおよびウサギ SR Y の塩基配列から作成したプライマーを用いた PCR (Polymerase Chain Reaction) を行ない、ヒトと同様に SR Y 中の塩基配列が検出可能かどうかを検討した。さらに得られた DNA 断片の塩基配列を決定し、動物種による SR Y 保存領域の塩基配列の差異について検討した。センスプライマーとして 5' AAGCGACCCATGAATGCATTC-

ATGGTGTGGT 3' (31 mer), アンチセンスプライマーとして 5' GAGGTCGATACTTATAGTTCGGGTATTTCTCTCTGTG 3' (37mer) を用い、93°C 1分, 60°C 1.5分, 72°C 1分を 1 サイクルとして 35 回の PCR を行なった結果、実験に供試した全ての雄で、ヒトおよびマウスと同じ大きさの DNA バンドが検出され、雌では検出されなかった。さらに得られた DNA 断片の塩基配列を決定した結果、動物種によってはかなり塩基置換が見られるものの、アミノ酸の機能的保存性は高く、性決定遺伝子として重要な役割を担っているタンパク質をコードしている領域であることが推察された。

- 1) 茨城大学農学部
- 2) 農林水産省食品総合研究所

## 牛体外受精胚の発生初期における培養条件の検討

森安 悟・南橋 昭・山本 裕介・陰山 聡一  
芦野 正城・八鍬 隆司・伊東 季春

北海道牛受精卵移植研究会会報 No.11 7~10 (1992)

本研究では、まず発生培地へ血清を添加する時期を変えることで、受精後どの時期に血清が胚の発育に影響を与えているのかを明確にすることを目的として実験を行った。

また、現在の体外受精系では、胚を受精後 5~6 時

間目に発生培地に移して培養を継続するのが一般的であるが、この作業は夜間にかかることが多いため改善が必要である。そこで、常法と受精培地のまま翌日まで培養した卵の受精率や発育率を比較し、より簡易な実験系の確立について検討した。

## 北海道立新得畜産試験場研究報告

## 総目次

## No. 11

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 細野信夫・荘司 勇 .....	1
<i>Theileria sergenti</i> 凍結標準株予防液によるタイレリア病の予防 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 .....	7
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 工藤卓二・岸 昊司・八田忠雄・森 清一 .....	13
各年代ごとの成長パターンとホルスタイン若齢雌牛の発育基準 西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕 .....	19
ホルスタイン雌牛の3および6か月齢時体格と産乳形質の遺伝的パラメータ 西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕 .....	29
短 報	
とうもろこしサイレージの切断長がめん羊による消化率に及ぼす影響 出岡謙太郎・坂東 健 .....	39

## No. 12

ヘレ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 細野信夫・荘司 勇 .....	1
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 西村和行・塚本 達 .....	7
とうもろこしサイレージの好気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 出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘 .....	19
イネ科草種を異にするシロクローバ混播草地の収量、植生及び放牧地の <i>in vitro</i> 乾物消化率 川崎 勉・田辺安一 .....	27
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 竹田芳彦・大原益博・小松輝行 .....	35

## No. 13

ヘレ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 細野信夫・光本孝次・鈴木三義 .....	1
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 竹田芳彦・蒔田秀夫・田辺安一 .....	11
ヘレフォード去勢牛の育成・肥育に伴う産肉性、枝肉形状及び体構成の推移 新名正勝・清水良彦・裏 悦次・米田裕紀 .....	19
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 裏 悦次・森 関夫・新名正勝・清水良彦 .....	31

短 報

貴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  
西村和行・古川 力 ..... 39

No. 14

数種寒地型イネ科牧草の株肥大特性の比較  
竹田芳彦 ..... 1

脱水でん粉粕給与によるヘレフォード去勢牛の肥育  
新名正勝・裏 悦次・清水良彦 ..... 9

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  
出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘・原 悟志 ..... 15

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  
恒光 裕・工藤卓二・森 清一・八田忠雄 ..... 21

ヘレ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  
細野信夫 ..... 27

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  
出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘・原 悟志 ..... 37

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  
西村和行・峰崎康裕・塚本 達 ..... 41

ホルスタイン雌牛の発育様相形質と泌乳能力の関係  
西村和行・塚本 達・峰崎康裕 ..... 49

No. 15

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  
西村和行・峰崎康裕・塚本 達 ..... 1

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  
西村和行・峰崎康裕・塚本 達 ..... 11

北海道産水稲の熟期別ホールクロップサイレージの飼料価値  
原 悟志・江川勇雄・伊東季春・出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘 ..... 19

一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  
西村和行 ..... 29

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  
出岡謙太郎・伊東季春・岡本全弘・原 悟志 ..... 35

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  
森 清一・工藤卓二・坂東 健・原 悟志・八田忠雄・恒光 裕 ..... 41

短 報

すず紋病罹病トウモロコシ葉における飼料成分の変化  
山川政明・井澤弘一 ..... 51

No. 16

チモシー乾草とトウモロコシサイレージの採食比率が飼料摂取量および乳生産に及ぼす影響  
坂東 健・出岡謙太郎・岡本全弘・曾根章夫 ..... 1

肉専用種子牛の初乳免疫の取得と初乳免疫が下痢および発育に及ぼす影響  
藤川 朗・恒光 裕 ..... 9

黒毛和種去勢牛の肥育過程における血清脂質の変化と屠体形質との関係  
西邑隆徳・佐藤幸信・川崎 勉・森 清一 ..... 19

トウモロコシサイレー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  
出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春 ..... 25

短 報

赤外線分析法で測定した乳成分による牛乳のエネルギー含量の推定  
原 悟志・坂東 健・小倉紀美・黒沢弘道・中辻浩喜 ..... 31

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  
出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春 ..... 35

水素化物生成一原子吸光法による牛血清セレンの定量  
森 清一・工藤卓二・米道裕彌・尾上貞雄・恒光 裕・平井綱雄 ..... 39

No. 17

乾草または低水分牧草サイレージを組合せたトウモロコシサイレージ主体混合飼料の泌乳牛における飼料価値  
出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春 ..... 1

トウモロコシサイレージ主体飼養における牧草サイレージの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響  
坂東 健・出岡謙太郎 ..... 7

トウモロコシサイレージ主体飼養におけるマメ科牧草サイレージの併給が乳牛の飼料摂取量と乳生産に及ぼす影響  
坂東 健・出岡謙太郎 ..... 13

泌乳牛のトウモロコシサイレージ主体飼養における窒素施肥量および刈取時期を異にする牧草サイレージの併給効果  
坂東 健・出岡謙太郎 ..... 21

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

単クローン抗体を用いた牛ロタウイルス検出用固相酵素免疫測定法 (英文)  
恒光 裕・平井綱雄・米道裕彌・工藤卓二・森 清一・尾上貞雄 ..... 33

ホルスタイン去勢牛の育成期におけるトウモロコシサイレージ給与量が産肉性に及ぼす影響  
西邑隆徳・佐藤幸信・斉藤利朗・裏 悦次 ..... 41

ナフトキン誘導体 (ブパルバコン) の *Theileria* *Sergenti* に対する抗原虫効果  
平井綱雄・工藤卓二・森 清一・尾上貞雄・恒光 裕 ..... 53

短 報

乾草または低水分牧草サイレージを組合せたトウモロコシサイレージ主体混合飼料の泌乳牛とめん羊による消化率の比率  
出岡謙太郎・岡本全弘・原 悟志・伊東季春 ..... 59

凍結保存した馬胚の移植による子馬の生産  
山本裕介・南橋 昭・工藤卓二 ..... 63

大麦ホールクロップサイレージ通年給与によるホルスタイン去勢牛の肥育  
西邑隆徳・佐藤幸信・斉藤利朗・裏 悦次 ..... 67

## No. 18

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(英文)	
藤川 朗・田村千秋	1
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	
西邑隆徳・森 清一・田村千秋・裏 悦次	13
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	
中辻浩喜・原 悟志・黒澤弘道・森 清一・小倉紀美	21
蒸煮解繊処理シラカ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	
黒沢弘道・小倉紀美・原 悟志・大坂郁夫・遠藤 展	31
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	
西邑隆徳・佐藤幸信・斉藤利朗・田村千秋・裏 悦次	37
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	
坂東 健・出岡謙太郎・原 悟志・森 清一・南橋 昭	47
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	
南橋 昭・山本 裕介・伊東季春・工藤卓二	59
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	
佐藤幸信・西邑隆徳・斉藤利朗・田村千秋・裏 悦次	65
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	
中辻浩喜・原 悟志・黒澤弘道・小倉紀美	73

## No. 19

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	
原 悟志・大坂郁夫・黒澤弘道・小倉紀美	1
乳汁体細胞数による乳房炎診断の有効性の検討	
平井綱雄・尾上貞雄・工藤卓二・森 清一・恒光 裕・桜井辰壽	11
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	
佐竹芳世・澤田嘉昭・竹田芳彦	19
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	
佐竹芳世・澤田嘉昭・竹田芳彦	29
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	
原 悟志・大坂郁夫・黒沢弘道・小倉紀美	33
過剰排卵処理牛から回収される卵の品質構成	
山本裕介・南橋 昭・陰山聡一・森安 悟・伊東季春	39

## No. 20

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との関連性	
藤川 朗・田村千秋	1
北海道和種馬における乾草とエンバクの消化率	
杉本昌仁・佐藤幸信・川崎 勉	11
短 報	
受胎牛の血液成分値と受胎成績の関係	
陰山聡一・山本裕介・南橋 昭・森安 悟・伊東季春	19
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)	
原 悟志・糟谷広高・大坂郁夫・小倉紀美	25

## TABLE of CONTENTS

## No. 11

Transition of body size and weight in breeding stock from various types mating with shorthorn bull Nobuo HOSONO and Isamu SHŌZI .....	1
Prevention of Theileriasis with Live <i>Theileria sergenti</i> Frozen Vaccine Kooji KISHI, Takuji KUDO, Tadao HATTA, Kiyokazu MORI, Ryuichi TANIGUCHI, Yoshikazu SUGISAKI, and Isamu SATO .....	7
Horn Fly Control Using Free Choiced Dust Bags Settled in Natural Shade and in Pasture Takuji KUDO, Kooji KISHI, Tadao HATTA, and Kiyokazu MORI .....	13
Growth Pattern in Age Group and Growth Standard of Holstein Heifers Kazuyuki NISHIMURA, Akio SONE, Tatsushi TSUKAMOTO and Yasuhiro MINEZAKI .....	19
Genetic Parameters among the Body Size at Three and Six Months Old and Dairy Characters in Holstein Heifers. Kazuyuki NISHIMURA, Akio SONE, Tatsushi TSUKAMOTO and Yasuhiro MINEZAKI .....	29
Short Report	
Effect of Cut Length of Corn Silage on Digestibility by Sheep Kentaro DEOKA and Takeshi BANDO .....	39

## No. 12

Relationships among Body Measurements and Live Weights of Hereford Heifer at Several Months of Age Nobuo HOSONO and Isamu SHŌZI .....	1
Multivariate Analysis of Weights and Milking Abilities of Holstein Cows* Kazuyuki NISHIMURA and Tatsushi TSUKAMOTO .....	7
Effect of Aerobic Deterioration fo Corn Silage on Rumen Fermentation, Ruminating Behavior and Digestibility by Sheep Kentaro DEOKA, Takeshi BANDO and Masahiro OKAMOTO .....	19
Herbage Yield, Botanical Composition and <i>in vitro</i> Digestibility of Five Grass Species on Grazing Pasture Tsutomu KAWASAKI and Yasuichi TANABE .....	27
Dispersal Pattern of the Survival Plants in Several Orchardgrass Swards at the Piedmont in the Tokachi District, Hokkaido. Yoshihiko TAKEDA, Masuhiro OHHARA and Teruyuki KOMATSU .....	35

## No. 13

A Comparison of the Fitness of 5 Nonlinear Growth Models for Body Weight and Other Measurements. Nobuo HOSONO, Kōji MITSUMOTO and Mitsuyoshi SUZUKI .....	1
--	---

Influence of Paraquat and Several Seedbed Preparations on the Improvement of Vegetation in Timothy ( <i>Phleum pratense</i> L.) Swards Invaded Red top ( <i>Agrostis alba</i> L.)	
Yoshihiko TAKEDA, Hideo MAKITA and Yasuichi TANABE .....	11
Changes in Meat Productivity, Carcass Characteristics, and Composition of Hereford Steers during Raising and Fattening.	
Masakatsu NIINA, Yoshihiko SIMIZU, Etsuji URA and Yasuhiro YONETA .....	19
The Influence of Housing Nutritive Condition and with or Without Consequent Grazing in Rearing Period upon the Beef Production of Steers.	
Etsuji URA, Tokiko MORI, Masakatsu NIINA and Yoshihiro SHIMIZU .....	31
<b>Short Report</b>	
One Case of Dairy Cow Selection Experiment by Computer Simulation with the Locus Model.	
Kazuyuki NISHIMURA and Tsutomu FURUKAWA .....	39

## No. 14

Comparison of the Spreading Characteristics of Stubble Several Gramineous Temperate Grasses.	
Yoshihiko TAKEDA .....	1
Beef Production of Hereford Steers by Feeding Dehydrated Starch Pulp.	
Masakatsu NIINA, Etsuji URA and Yoshihiko SHIMIZU .....	9
Comparative Digestibility of Corn Silage When in Various Lengths and Fed to Sheep and Cattle.	
Kentaro DEOKA, Takeshi BANDO, Masahiro OKAMOTO and Satoshi HARA .....	15
Blood Chemical Values in Diarrhetic Calves in a Beet Cow-Calf Herd on First Day of Discovery.	
Hiroshi TSUNEMITSU, Takuji KUDO, Seiichi MORI and Tadao HATTA .....	21
Evaluation of Body Characteristics Using the Weight and Measurements of Several Parts of Imported and Domestic Hereford Cows by Principal Component Analysis.	
Nobuo HOSONO .....	27

## Short Report

Effect of Cutting Length of Corn Silage on Rumen Fermentation by Cow.	
Kentaro DEOKA, Takeshi BANDO, Masahiro OKAMOTO and Satoshi HARA .....	37
The Fitting of the Nonlinear Growth Models for Describing Growth Patterns of Body Measurements in Holstein Females.	
Kazuyuki NISHIMURA, Yasuhiro MINEZAKI and Tatsushi TSUKAMOTO .....	41
Relationships between Growth Patterns and Milk Performance in Holstein Cows.	
Kazuyuki NISHIMURA, Tatsushi TSUKAMOTO and Yasuhiro MINEZAKI .....	49

## No. 15

Correlations of Heredity between Body Weight, Body Measurements, and Milking Performance in a Herd of Dairy Cows	
Kazuyuki NISHIMURA, Yasuhiro MINEZAKI and Tatsushi TSUKAMOTO .....	1

The Genetic Correlation between Milking Performance and Both Body Weight and Body Measurements Performed at Seven Stages in the Life of a Herd of Dairy Cows	
Kazuyuki NISHIMURA, Yasuhiro MINEZAKI and Tatsushi TSUKAMOTO .....	11
Feeding Value of Whole Crop Silage at Various Growth Stages from Rice Plant in Hokkaido	
Satoshi HARA, Isao EGAWA, Sueharu ITOH, Kentaro DEOKA, Takeshi BANDO and Masahiro OKAMOTO .....	19
The Relationships between Descriptive Traits, Body Measurements and Milking Performance in an Advanced Registry Holstein Cow Herd	
Kazuyuki NISHIMURA .....	29
Comparison of Actual and Calculated Digestible Nutrients in Total Mixed Ration by Cattle and Sheep	
Kentaro DEOKA, Sueharu ITOH, Masahiro OKAMOTO and Satoshi HARA .....	35

## Short Report

Blood Chemical Findings of Dairy Cows Fed Potato Pulp Silage	
Kiyokazu MORI, Takuji KUDO, Takeshi BANDO, Satoshi HARA, Tadao HATTA and Hiroshi TSUNEMITSU .....	41
Chemical Composition and Nutritive Value of Corn Leaves Infected with Northern Leaf Blight	
Masaaki YAMAKAWA and Kouichi ISAWA .....	51

## No. 16

Effect of Timothy Hay-Corn Silage Raito on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows	
Takeshi BANDO, Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO and Akio SONE .....	1
Relationship Between Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins and Body Weight Gains in Beef Calves	
Akira FUJIKAWA and Hiroshi TSUNEMITSU .....	9
Interrelationship between Carcass characteristics and Serum Lipids during the Fattening Period in Japanese Black Steers	
Takanori NISHIMURA, Yukinobu SATOH, Satoshi HARA and Sueharu ITOH .....	19
Effect of Mixed Corn Silage Based Feed on the Milk Production and Feed Intake of Dairy Cows	
Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOH .....	25

## Short Report

A Note on Prediction of Energy Value of Cow's Milk from The Concentration of Its Components Measured by Infrared Milk Analysis Instrument	
Satoshi HARA, Takeshi BANDO, Noriyoshi OGURA, Hiromichi KUROSAWA and Hiroki NAKATSUJI .....	31
Digestibility of Ammonia treated Corn Silage by Sheep	
Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOH .....	35

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

## No. 17

A Comparison of Ration Intake and Milk Production in Total Mixed Ration Based on Corn Silage With either Hay of Low Moisture Grass Silage Kentaro DEOKA, Masahiro OKAMOTO, Satoshi HARA and Sueharu ITOH .....	1
Effects of Grass Silage Supplementation on Feed Intake and Milk Production of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA .....	7
Effects of Legume Silage Supplementation on Feed Intake and milk Production of Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA .....	13
Effects of Supplemental Grass Silage Differing in Nitrogen Fertilization Level and Harvest Date on Lactating Dairy Cows Fed Corn Silage-Based Diets Takeshi BANDO and Kentaro DEOKA .....	21
Influence of Final Cutting Dates on the Freezing Hardiness of Tall fescue ( <i>Festuca arundinacea</i> <i>Schreb.</i> ), Hokuryo Yoshihiko TAKEDA, Masaaki YAMAKAWA, Mashuhiro OHHARA and Tsutomu KAWASAKI .....	27
Enzyme - Linked Immunosorbent Assay using Monoclonal Antibody for Detection of Bovine Rotavirus Hiroshi TSUNEMITSU, Tsunao HIRAI, Hiromi YONEMICHI, Takuji KUDO, Kiyokazu MORI and Sadao ONOE .....	33
Effect of the level of Corn Silage in the Rearing Period on the Meat Production of Dairy Steers Takanori NISIMURA, Yukinobu SATO, Tosihiro SAITO and Etsuji URA .....	41
Antitheilerial Activity against <i>Theileria sergenti</i> of Buparvaquone : A Comparison with Pamaquine Tsunao HIRAI, Takuji KUDO, Kiyokazu MORI, Sadao ONOE, Hiroshi TSUNEMITSU .....	53

## Short Report

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

## No. 18

Genetic Parameter Estimates of Absolute and Relative Growth Rate for 140 and 112 Days in a Bull Test of Aberdeen Angus and Hereford Akira FUJIKAWA and Chiaki TAMURA .....	1
Mixed pening and blood chemical findings in beef deprived of feed and water Takanori NISIMURA, Kiyokazu MORI, Chiaki TAMURA and Etsuji URA .....	13
Effects of Different Concentrate Ratios and Sodium Bicarbonate Supplementation on Milk Production, Rumen Fermentation and Digestibility by Lactating Dairy Cows Fed Corn Silage Based Rations Hiroki NAKATSUJI, Satoshi HARA, Hiromichi KUROSAWA, Kiyokazu MORI and Noriyoshi OGURA .....	21
Effect of Pelleting or Mixed Feeding with Formula Feed on the Palatability of Steamed and Fiberized Birch by Cows Hiromichi KUROSAWA, Noriyoshi OGURA, Satoshi HARA, Ikuo OSAKA and Hiromu ENDO .....	31
Effects of the Level of Concentrate in the Outdoor Winter Fattening Period on Cattle Performance and Meat Quality Takanori NISIMURA, Yukinobu SATO, Tosihiro SAITO, Chiaki TAMURA and Etsuji URA .....	37
Influence of Forage-Concentrate Ratio and Protein Percent of Corn Silage-Based Total Mixed Rations on Feed Intake and Milk Production of High Producing Dairy Cows in Early Lactation Takeshi BANDO, Kentaro DEOKA, Satoshi HARA, Kiyokazu MORI and Akira MINAMIHASHI .....	47
Effects of Caffeine and Heparin Concentrations on in vitro Fertilization of Bovine Oocytes Matured in vitro Akira MINAMIHASHI, Yusuke YAMAMOTO, Sueharu ITO and Takuji KUDO .....	59
Effects of Dietary TDN Content on Growth and Carcass Composition of Aberdeen Angus Steers Yukinobu SATO, Takanori NISIMURA, Toshihiro SAITO, Chiaki TAMURA and Etsuji URA .....	65

## Short Report

Relationship between Insufficient Fiber Intake and Milk Fat Percentage by Lactating Dairy Cows Fed Corn Silage Based Ration Hiroki NAKATSUJI, Satoshi HARA, Hiromichi KUROSAWA and Noriyoshi OGURA .....	73
---	----

## No. 19

The Influence of Pre-Wilting of Grass Silage as a Supplement in a Total Mixed Ration Based Corn Silage on the Performance of Lactating Cows Satoshi HARA, Ikuo OSAKA, Hiromichi KUROSAWA, Noriyoshi OGURA .....	1
---	---

Effectiveness of Somatic Cell Counts in the Diagnosis of Bovine Mastitis Tsunao HIRAI, Sadao ONOE, Takuji KUDO, Hiromi YONEMICHI Kiyokazu MORI, Hiroshi TSUNEMITSU, Tatutoshi SAKURAI .....	11
The Culture and Management of a Feed Barley Companion Crop with Timothy and Red Clover in the Tokachi District Yoshiyo SATAKE, Yoshiaki SAWADA and Yoshihiko TAKEDA .....	19
Short Report	
The Estimation of Herbage Intake of Sheep by Acid Insoluble Ash-Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Method Toshiro SAITO, Yukinobu SATO and Chiaki TAMURA .....	29
Comparison of Digestibility in Total Mixed Rations Based Corn Silage by Lactating Cows and Sheep Satoshi HARA, Ikuo OOSAKA, Hiromichi KUROSAWA and Noriyosi OGURA .....	33
Quality Distribution of Ova Recovered from Superovulated Cattle Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMHASHI, Souichi KAGEYAMA Satoru MORIYASU and Sueharu ITO .....	39
No. 20	
Relationship between milk yield of cows and growth of calves in Aberdeen Angus and Hereford Akira FUJIKAWA and Chiaki TAMURA .....	1
Apparent digestibility of hay and oats by Hokkaido native pony Masahito SUGIMOTO, Yukinobu SATO, Tsutomu KAWASAKI .....	11
Relationship Between Pregnancy and Blood Profiles in Recipients Soichi KAGEYAMA, Yusuke YAMAMOTO, Akira MINAMHASHI Satoru MORIYASU and Sueharu ITO .....	19
Influence of rougaga to soybean ratios on apparent digestibility and TDN value of soybean in sheep Satoshi HARA, Hirotaka KASUYA, Ikuo OSAKA Noriyoshi OGURA .....	25

### 新得畜試研究報告 No.20 1993.3

平成5年3月25日 印刷

平成5年3月30日 発行

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

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