

ISSN 0388 - 0044

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

北海道立新得畜産試験場研究報告

第 14 号

Bulletin
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 14

昭和60年3月
1985

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 14 号

目 次

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
ヘルフォード雌牛の体重と体各部位測定値を用いた主成分分析による牛体特性値の評価 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
短報 非線形発育モデルの当てはめによるホルスタイン雌牛の副次部位の発育様相把握 西村和行・峰崎康裕・塚本達	41
短報 ホルスタイン雌牛の発育様相形質と泌乳能力の関係 西村和行・塚本達・峰崎康裕	49
場外学術雑誌掲載論文抄録	53

Bulletin
of the
Hokkaido Prefectural Shintoku
Animal Husbandry Experiment Station

No. 14

Contents

Originals

Comparison of the Spreading Characteristics of Stubble Several Gramineous
Temperate Grasses.
Yoshihiko TAKEDA 1

Beep Production of Hereford Steers by Feeding Dehydrated Starch Pulp.
Masakatsu NIINA, Etuji 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 Beef 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 Kazuyuki NISHIMURA 49

Others

Summaries of the papers by the staff appearing on other scientific journals 53

数種寒地型イネ科牧草の株肥大特性の比較

竹田 芳彦

イネ科牧草4草種を11.1株/m²および44.4株/m²の密度で個体植えし、株の直径を株の大きさの尺度としてその推移を4年間調査した。4草種の株の直径は季節的な周期性をもって4年間増加する傾向を示した。株の大きさには草種間差が認められた。トールフェスクは最も大きな株を形成し、チモシーもほぼ同じ大きさとなった。メドーフェスクとオーチャードグラスはほぼ同じ大きさで前2者より小さかった。この違いは各草種の株当り分けつ形成数および株内での分けつ密度の差によるものであった。分けつ形成数および分けつ密度は株密度および刈取り回数処理の影響を受けて変化した。各草種とも3年目以降株内部の分けつが部分的に枯死し、dead center等が形成され、分けつは株の外周に局在する形となった。このため株内での分けつ密度は著しく低下し、株単位面積当りの分けつ形成能力は低下した。

草地の株密度は高く維持されることが望ましいが、実際には播種時の高密度が維持されることは少ない。特に採草地のような多肥で刈取り回数が少ない場合の株密度の減少は著しい¹⁾。しかし、株密度の減少過程で生存株は分けつ数を増して肥大するため、生産性は必ずしも低下しない²⁾³⁾。したがって、株密度が低下しやすい採草地での生産性維持を検討するには株の肥大に関する知見も重要と考えられる²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。筆者は個体植え条件における寒地型イネ科4草種の株の大きさの推移について比較・検討したのでその結果を報告する。

材料と方法

試験は新得畜産試験場内(湿性火山性土)で1977年から1980年までの4年間実施した。供試草種はチモシー(Tiと略記)、メドーフェスク(Mf)、トールフェスク(Tf)およびオーチャードグラス(Og)であり、品種はそれぞれセンボク、レターデンフェルト、ホクリョウおよびキタミドリである。年間刈取り回数と栽植密度を組み合わせた処理を設けた。刈取り回数は3回(3C)と5回(5C)、密度は11.1株/m²(30×30cm, LD)と44.4株/m²(15×15cm, HD)のそれぞれ2水準である。正方形植え1株1個体として、1977年秋に定植した。刈取り処理は2年目の1978年より開始した。3C区は1番草を各草種の出穂期に、2番草を約40日後に、3番草を10月初めに刈取った。5C区は6月1日から10月1日までほぼ1か月間隔で一斉に刈取った。刈取りの高さは5cmとした。施肥量は初年目6-20-6(N-P₂O₅-K₂Okg/10a以下同じ)、2年目以降15-

9-15とした。刈取り直後に株当り分けつ数、株の直径等について調査した。株の直径は地際より5cmの高さで株の長径と短径を測定して平均値を求め、これを株の大きさとした。なお、株の周辺部が枯死している場合には株の中で生存分けつが占めている範囲を測定した。

結果と考察

株直径の推移を図1に示した。株直径は各草種とも経年的な増大傾向を示していた。季節的には生殖生長後の7月から8月にかけて減少あるいは停滞し、それ以降増大する周期性があった。周期性はTfでは弱い、Og, TiおよびMfでは明瞭であった。これは株直径に分けつ数の季節的な増減¹⁰⁾が反映されているためと考えられる。

処理間では2年目の1978年には各草種とも5C-HD < 3C-HD < 5C-LD < 3C-LDの順に株直径が大きくなる傾向があり、各番草の生育期間が長くしかも低密度の場合の方が大きかった。3年目の1979年からは密度処理間の差は拡大したが、刈取り処理間の差は小さくなった。Tiの3C-HDと5C-HDの差が他草種より大きいのは3C-HDの2年目の枯死株率が特に高く、約60%に達したためである。

草種間ではTfが最も大きく、次いでTiであった。OgとMfは同程度の大きさでTf, Tiより小さく推移した。また、Tfは地下茎を持つためHD区で株と株とが重なり合い4年目には株の識別が困難となった。

株の大きさと株当り分けつ数の関係は $Y = aX^b$ (Yは株の直径, Nは株当り分けつ数を示す)の回帰式が

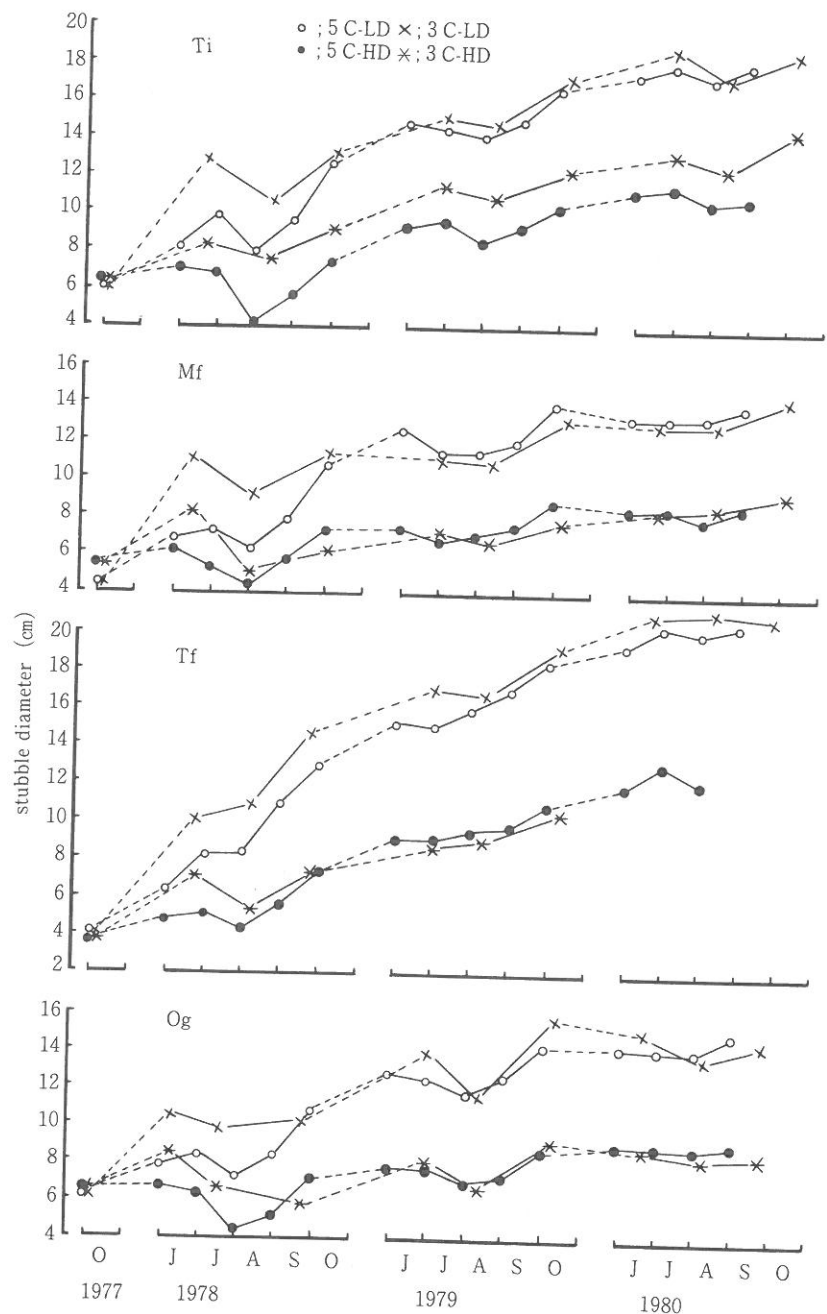


Fig. 1 Changes of mean stubble diameter in timothy (Ti), meadow fescue (Mf), tall fescue (Tf) and orchardgrass (Og).

notes; stubble densities LD; 11.1 stubbles per m²
 HD; 44.4 stubbles per m²
 cutting treatment 3 C; 3 times cutting in a year
 5 C; 5 times cutting in a year

よく適合する⁶⁾。2年目のLDの株について求めた回帰式、相関係数および寄与率を表1および図2に示した。各草種とも比較的高い相関および寄与率が得られた。分けつ数増加による株直径の増加は各草種とも分けつが少ない段階で著しかった。草種間で分けつ数増

加による株直径の増加はTfが最も大きく、次いでOg, Ti, Mfであった。刈取り回数処理ではOgを除き5Cより3Cで大きい傾向にあった。Ogでは刈取り回数間で大差なかった。これは表2に示したように株内での分けつの密度が草種によって異なっているため

Table 1 Relation between the number of tillers per stubble (x) and the diameter of stubbles (y) which were obtained from 90 plants of LD population in second year.

species	3 C			5 C		
	regression equation	r	r ²	regression equation	r	r ²
Ti	$y=2.153x^{0.392}$	0.8939	0.7991	$y=1.722x^{0.404}$	0.8680	0.7534
Mf	$y=1.496x^{0.398}$	0.7685	0.5906	$y=1.143x^{0.423}$	0.7299	0.5328
Tf	$y=1.671x^{0.481}$	0.8772	0.7695	$y=1.285x^{0.509}$	0.9024	0.8143
Og	$y=2.005x^{0.403}$	0.8576	0.7354	$y=1.618x^{0.443}$	0.8661	0.7501

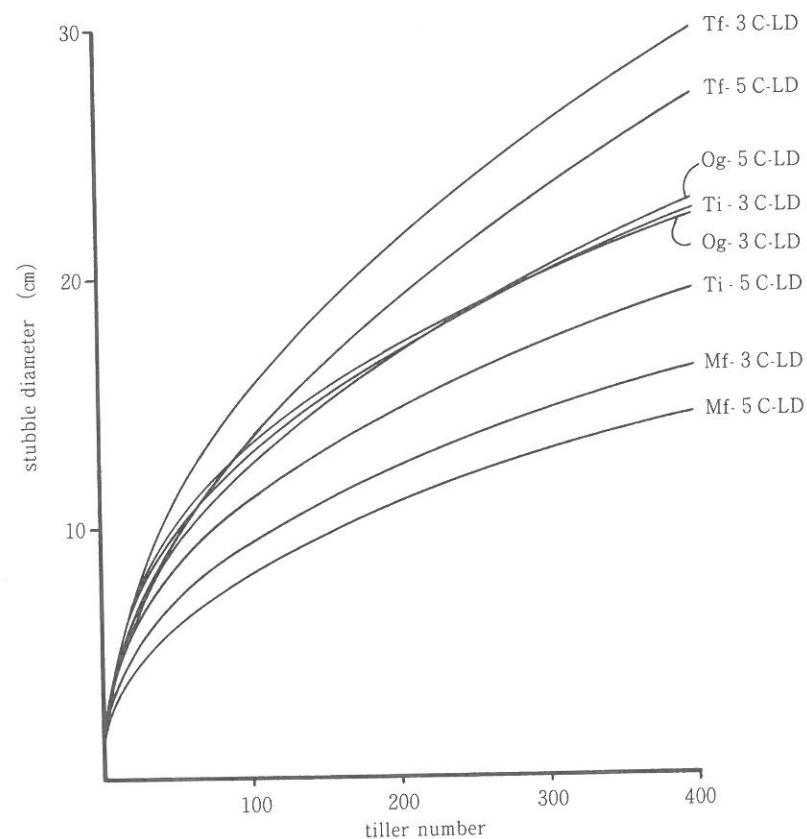


Fig. 2 Relation between the number of tillers per stubble and the diameter of stubbles which were obtained from 90 plants of LD population in second year.

Table 2 Mean tiller densities of stubble in 3 C-LD

		(tiller number per cm ²)			
cut		Ti	Mf	Tf	Og
2 nd year	1 st	0.684	1.247	0.704	0.610
	2 nd	0.692	1.735	0.576	0.837
	3 rd	0.995	1.659	0.512	0.764
4 th year	1 st	0.109	0.246	0.107	0.168
	2 nd	0.156	0.220	0.065	0.143
	3 rd	0.144	0.196	0.073	0.110

note: tiller density of stubble = (tiller number per stubble) ÷ (stubble area)

Table 3 Mean number of tiller per stubble at the cutting of second year.

species	cut	5 C	3 C	species	cut	5 C	3 C
Ti	1 st	55.7	83.6	Tf	1 st	30.6	49.5
	2 nd	64.3	76.8		2 nd	49.7	47.1
	3 rd	40.8	139.6		3 rd	41.1	76.9
	4 th	59.2			4 th	49.5	
	5 th	141.7			5 th	97.6	
Mf	1 st	74.2	116.3	Og	1 st	28.2	49.7
	2 nd	88.0	108.5		2 nd	50.1	66.6
	3 rd	88.7	180.8		3 rd	38.5	76.9
	4 th	76.5			4 th	45.2	
	5 th	139.8			5 th	96.4	

あった。また、同一草種でも分けつ密度は3Cより5Cが高い傾向にあった。株内での分けつ密度の差は地下茎形成の有無などの再生分けつの形成様式⁹⁾、分けつの太さ、分けつの伸長角度等の差によるものと考えられる。

表3には2年目LDの株当り分けつ数を示した。草種間ではMfが最も多く推移した。次いでTiが多く、5Cでは最終的にMfと同レベルになった。OgとTfの差は小さかった。刈取り回数処理間には一定の傾向は認められなかった。

株直径、株当り分けつ数および株内での分けつ密度からみた低株密度の場合の株の肥大特性を次のように整理した。

TfはOgと同水準の株当り分けつ数をもつが、地下茎を形成するため株内での分けつ密度が低く、分けつ増加による株直径の増加が4草種中最も大きい。この

ため最も大きな株となる。Mfでは分けつ形成が最も多いが、株内での分けつ密度が最も高いため分けつ増加による株直径の増加は少ない。このためOg程度の株となる。Tiは分けつ増加による株直径の増加はOgとほぼ同じであるが、Ogに比べて多くの分けつを形成し、Tfに近い大きさの株となる。Ogは分けつ増加による株直径の増加はTiとほぼ同じであるが、分けつ数はTf程度で少なく、株の大きさはMf並みとなる。また、処理間での株の大きさの差についても各処理による株当り分けつ数と分けつ密度の変化から考えることができると思われる。

以上の結果は主に2年目の株の調査から得られたものである。2年目の株は分けつが株全体に分布しており、それらが旺盛に分けつしていた。しかし、3年目以降になると株の大きさは増加傾向を示したものの、株内で分けつが部分的に枯死した。生存株内の分けつ

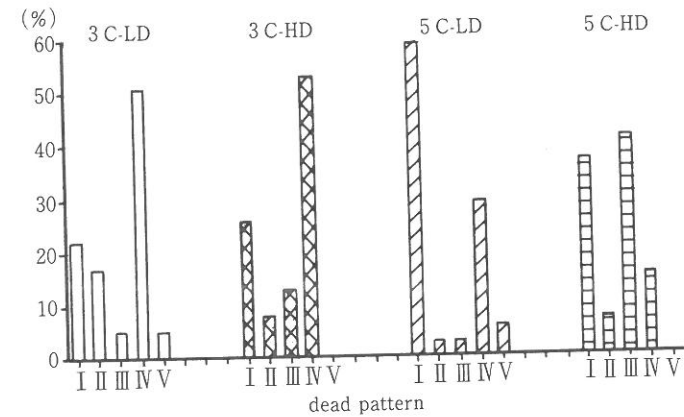


Fig. 3 Frequency distribution of stubbles which were classified by dead patterns of tiller formed in timothy stubbles of 4 th year.

note: dead patterns of tiller

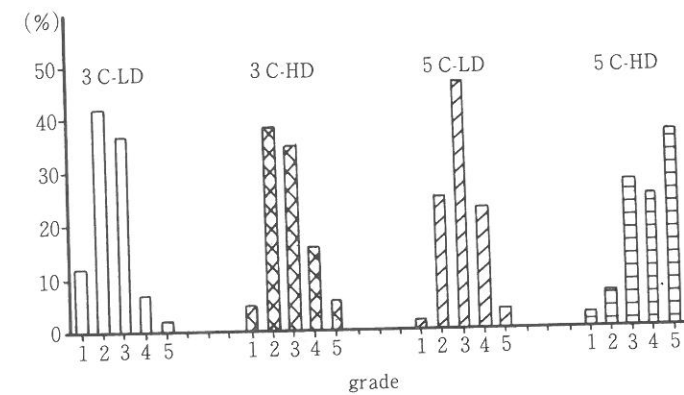
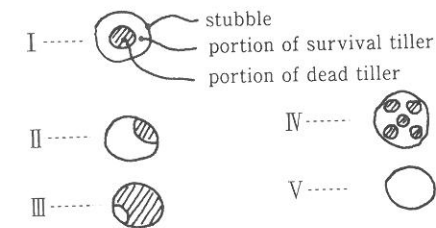


Fig. 4 Frequency distribution of stubbles graded by the degree of dead tiller in timothy of 4 th year.

note: grade 1, 2, 3, 4 and 5 show that proportion of dead tiller in a stubble reached 0-19, 20-39, 40-59, 60-79 and 80-99%, respectively.

の枯死の様相を5つのタイプに分け、4年目のTiについてその頻度分布を図3に示した。分けつが株全体に分布するV型の割合は極めて低く、分けつがドーナツ状に分布する典型的なdead centerも形成された。同様に図4には枯死部位が株全体に占める割合を5段階評価で生存株について調査し、その頻度分布を

示した。枯死部位が株の40%以上を占める頻度は50~90%にも達した。このような傾向はMf, OgおよびTfとも同様に認められた。すなわち、3年目以降の株の肥大傾向は続くものの株の崩壊も顕著となった。2年目までの株肥大は株全体の分けつ形成を伴うものであったのに対して、株の崩壊が始まってからは株周辺部に

局在する分けつのみが分けつを形成する形となった。このため表2に示したように株内での分けつ密度は4草種とも著しく低下し、株単位面積当りの分けつ形成能力の低下が明らかであった。

本試験では低密度で栽植した場合の株肥大について検討した。その結果各草種に特徴がみられた。通常の草地では播種当初の株密度は高いため株の肥大は密度の低下とともに起ると考えられる⁸⁾。したがって、草地の生産性維持からみれば、密度低下時に本試験でみられたような株の肥大特性がどれだけ速やかに、しかも単位面積当りの分けつ数の維持または増加を伴って発揮されるかが問題となる。株肥大による生産性維持が不可能なほど密度が低下すれば当然更新の対象となる。また、株の肥大は株内部の崩壊を伴うことが多く、このことが株の肥大による単位面積当りの分けつ数の維持を困難にすることも考えられる。

文 献

- 1) 石田良作・川鍋祐夫・桜井茂作・及川棟雄：人工草地の状態診断 第1報 施肥量・刈取回数を異にしたオーチャードグラス単播草地の植生構造の変化。日草誌, 17(2): 112-117 (1971)
- 2) 佐藤徳雄・酒井 博・藤原勝見・川鍋祐夫：オーチャードグラス草地の株の状態と収量におよぼす窒素施用量の影響。日草誌, 18(1): 1-7 (1972)
- 3) 及川棟雄・桜井茂作・牛山正昭・石田良作：草地

の動態に関する研究 3. 単播草地の密度と収量の関係。日草誌, 18(別2): 13-14 (1972)

- 4) 石田良作・桜井茂作・及川棟雄：人工草地の植生構造 第1報 施肥量と刈取間隔を異にしたオーチャードグラス単播草地における弱小個体の枯死について。日草誌, 18(3): 196-201 (1972)
- 5) 石田良作・嶋村匡俊・及川棟雄：人工草地の植生構造 第2報 オーチャードグラス個体群における各個体の生育の追跡。日草誌, 19(2): 222-227 (1973)
- 6) 石田良作・嶋村匡俊・及川棟雄：人工草地の植生構造 第3報 オーチャードグラス単播草地における株の分布状態。日草誌, 20(1): 11-15 (1974)
- 7) 石田良作・嶋村匡俊・及川棟雄：人工草地の植生構造 第4報 オーチャードグラス人工群落における基底被度と収量の関係について。日草誌, 20(3): 125-129 (1974)
- 8) 竹田芳彦・大原益博・小松輝行：十勝山麓地帯のオーチャードグラス主体草地における株の分散構造。新得畜試研究報告, 12: 35-43 (1982)
- 9) 大山一夫：牧草の再生形態に関する研究 第1報 イネ科牧草の再生形態の類別。日草誌, 21(別2): 24-25 (1975)
- 10) LANGER, R. H. M.: Tillering in Herbage grasses. Herbage abstracts, 33(3): 141-148 (1963)

Comparison of the Spreading Characteristics of Stubble Between Several Gramineous Temperate Grasses

Yoshihiko TAKEDA

The stubble diameters of four gramineous temperate grasses, which were planted at spacing of 15×15cm and 30×30cm, were investigated for four years in order to determine the spreading characteristics of stubble.

The stubble diameter of four gramineous temperate grasses increased for four years, while the stubble diameters decreased or its increases were delayed for a time after the reproductive stage.

Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb., cv. Hokuryo) formed the biggest stubble diameter. Stubble diameter of timothy (*Phleum pratense* L., cv. Senpoku) was similar to tall fescue. The stubble size of meadow fescue (*Festuca elatior* L., cv. Leto Daehnfelt) was similar to orchardgrass (*Dactylis glomerata* L., cv. Kitamidori) but was smaller than tall fescue and timothy.

The differences of stubble sizes between the four grasses were determined by tiller numbers per stubble and tiller densities (tiller number per stubble divided by a stubble area) in a stubble. The tiller number per stubble and the tiller densities in a stubble were influenced by stubble densities and cutting frequencies.

The stubble of the four grasses formed dead portions such as a dead center during and after the third year, so that tiller densities in a stubble decreased drastically.

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

秋生れのヘレフォード去勢牛8頭を2区分し、1群には体重比1.6%の配合飼料を給与し、乾草を自由採食させ、肥育末期3か月間はビートパルプペレットを1日1頭当り3kg給与して飼養した(対照区)。他の1群には乾草およびビートパルプを対照区と同様に給与し、脱水でん粉粕は自由採食させて、対照区と同程度の増体になるよう配合飼料を制限給与した(試験区)。約8か月間舎飼肥育後、全牛を同時に殺し、枝肉および正肉調査を実施した。

8か月間の日増体量は、対照区が1.07kg、試験区が1.01kgであった。枝肉歩留りは対照区の58.9%に対して、試験区が59.6%と若干高く、ほぼ同程度の枝肉生産となった。枝肉格付、正肉歩留りは両区間に差異がなかった。

この結果、試験区は1日平均21kgの脱水でん粉粕を採食することによって、対照区より配合飼料を0.8tおよび乾草を0.7t節減することができた。これは対照区の配合飼料採食量の56%および乾草採食量の64%に相当した。

現在のところ脱水でん粉粕は非常に安価であり、低コスト牛肉生産を進める上で当面貴重な飼料と考えられる。

近年、わが国の牛肉生産に対して、低コスト生産への要望が極めて強い。これに対応するためには、牛肉生産費に占める比率の高い素畜費と飼料費の節減が必要である。しかし、素畜費については繁殖経営の事情に大きく左右されるので、肥育経営では飼料費を節減することがもっとも重要である。

飼料費は自給飼料費と購入飼料費に大別される。農林水産省の畜産物生産費調査¹⁾によると、和牛および乳用おす肥育とも、飼料費の約90%は購入飼料費である。これを節減するために自給飼料の利用率を高めることは可能²⁾³⁾⁴⁾であるが、現実には増体の低下や土地基盤に制約されるなどの問題点を含んでいる。また、同調査によると、現状の自給飼料はあまり安価ではなく、自給飼料の利用率向上のみで低コスト牛肉生産を進めることは困難と思われる。

そこで、安価で栄養価の高い副産物の利用が考えられる。ばれいしょでん粉粕は道内でかなり生産されているが、従来のものは高水分で輸送や貯蔵性に欠けるため、その一部が養豚農家で利用されているに過ぎない。しかし、脱水方式が開発されたことによって利用価値が著しく上昇し、酪農家や肉牛飼養農家でも利用され始めた。

今回、肥育期に脱水でん粉粕を飽食給与した牛肉生産を実施し、その産肉性と飼料特性を調査したので報告する。

*現在 道立中央農業試験場

試験方法

試験期間は1981年12月から、1982年7月までの8か月間である。供試牛は道立新得畜産試験場産の秋生まれヘレフォード去勢牛8頭で、供試時の概要は表1のとおりである。供試牛は4頭ずつに2区分し、対照区には体重比1.6%の市販配合ペレット(以下配合飼料)を給与し、1番刈の乾草を自由採食させた。また、肥育末期3か月間は市販ビートパルプペレット(以下ビートパルプ)を、1日1頭当り3kg給与した。試験区には脱水でん粉粕と1番刈乾草を自由採食させ、対照区と同様にビートパルプを給与した。配合飼料は対照区と同程度の日増体量になるように、同一飼料を制限給与した。

供試飼料の栄養価は、配合飼料についてはメーカーの最低保障値を用い、乾草およびビートパルプについては飼料成分表⁵⁾の消化率を用いて算出した。脱水でん粉粕はめん羊を用いた消化試験で求めた。各飼料の栄養価は表2のとおりである。また、脱水でん粉粕の飼料特性については、日常の飼養管理時に観察した。

飼料採食量のうち、配合飼料とビートパルプは残食量がないので給与量を用いた。乾草および脱水でん粉粕は、1週間に2~3回残食量を秤量し、給与量から差引いて求めた。

両区とも開放式牛舎で群飼し、朝・夕2回給餌した。水および鉱塩は自由摂取させ、他の添加物は給与

表1 供試牛の概要

	頭数	体重 kg	月齢 か月	体高 cm
対照区	4	348 (±49)	12.9 (±0.5)	102 (±3)
試験区	4	347 (±24)	12.7 (±0.3)	104 (±4)

注) 対照区: 配合飼料多給群
試験区: 脱水でん粉飽食給与群
(±): SD

表2 供試飼料の栄養価

	D M	D C P	T D N	備 考
配合飼料	87.0	11.0	72.0	市販配合ペレット「肉牛育成用」
乾草	87.8	3.4	47.8	オーチャードグラス主体1番刈り
脱水でん粉粕	18.3	0	14.0	
ビートパルプ	87.7	4.5	67.2	市販ペレット

注) 配合飼料: メーカーの最低保証値
乾草およびビートパルプ: 日本標準飼料成分表⁵⁾の消化率より算出
脱水でん粉粕: めん羊による消化試験結果

しなかった。

全牛を同時に殺し、48時間後に左半丸枝肉を用いて正肉調査を実施した。なお、枝肉格付は牛枝肉取引規格⁶⁾に、正肉調査は牛部分肉取引規格⁷⁾に準じた。

試験結果

脱水でん粉粕は厳寒期には凍結、温暖期にはカビの

発生が見られた。凍結は表層から30~50cmに及び、凍結した脱水でん粉粕の採食は見られなかった。しかし、解凍後のものは未凍結のものと同様に採食した。また、カビの発生は表層から1cm以内で、これを取り除くことによって採食量の低下は見られず、廃棄部分は僅かであった。給与開始時における脱水でん粉粕採食量の推移を図1に示した。脱水でん粉粕の嗜好性は

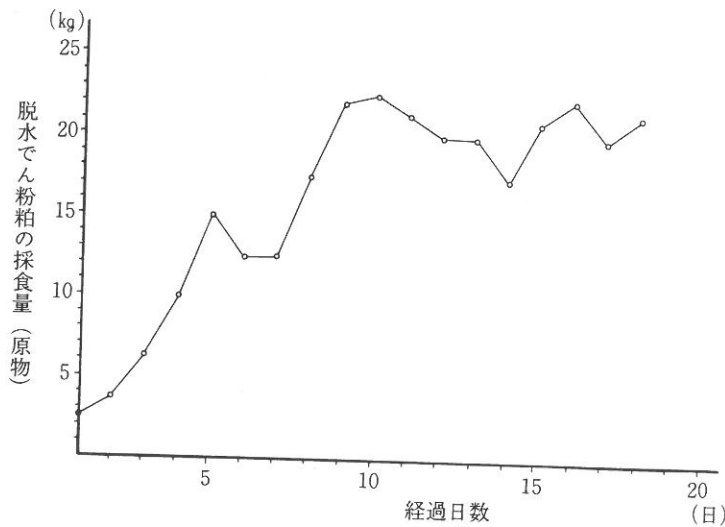


図1. 脱水でん粉粕採食量の推移

表3 飼料採食量

	配合飼料	乾草	脱水でん粉粕	ビートパルプ
対照区	1420 (6.1)	1050 (4.5)	— (—)	290 (1.3)
試験区	630 (2.7)	380 (1.6)	4880 (21.1)	290 (1.3)

注) (): 日量

当初極めて不良であったが、10日程度で慣れ採食量は増大した。試験期間中の飼料の採食量を表3に示した。対照区は配合飼料1,420kg、乾草1,050kgおよびビートパルプを290kg採食した。一方、試験区は脱水

でん粉粕4,880kg、配合飼料630kg、乾草380kgおよびビートパルプ290kgを採食した。脱水でん粉粕採食量は1日当たり平均21kgであった。

表4 体重および日増体量

	開始時		終了時		期間 D・G
	体重 kg	月齢 か月	体重 kg	月齢 か月	
対照区	348 (±49)	12.9 (±0.5)	596 (±75)	20.5 (±0.5)	1.07 (±0.1)
試験区	347 (±24)	12.7 (±0.3)	580 (±14)	20.4 (±0.3)	1.01 (±0.1)

注) (±): SD

体重および日増体量を表4に示した。約8か月間の平均日増体量は、対照区が1.07kg、試験区が1.01kgで、対照区の方が若干高い結果を示した。出荷時体重

は対照区が20.5か月齢で約600kg、試験区が20.4か月齢で580kgとなった。

表5 栄養摂取量

	飼料 (231日間)				計	1kg 増体
	配合飼料	乾草	脱水でん粉粕	ビートパルプ		
対照区	DM 1240	920	—	250	2410	—
	DCP 156	36	—	13	205	—
	TDN 1020	500	—	200	1720	6.9
試験区	DM 550	330	890	250	2020	—
	DCP 69	13	0	13	95	—
	TDN 450	180	680	200	1510	6.5

栄養摂取量を表5に示した。DCP摂取量は対照区205kg、試験区95kgとなり、試験区は対照区の半量程度に過ぎなかった。TDN摂取量は対照区が1,720kgであったが、試験区は約200kg少ない1,510kgであ

た。この結果、1kg増体に要するTDN量は対照区6.9kg、試験区6.5kgとなり、試験区の方が若干低い値を示した。試験区は脱水でん粉粕を自由採食することによってTDN量を890kg摂取しており、これは試

表6 と殺・解体および枝肉成績

	と殺前	絶食	枝肉量	枝肉	枝	肉	格	付
	体重	歩留り		歩留り					等級	脂肪交雑	脂肪の質・色沢
	kg	%	kg	%				
対照区	548 (±70)	91.9 (±1.0)	322 (±35)	58.9 (±1.4)	並	0~0+		中
試験区	531 (±14)	91.6 (±1.0)	317 (±11)	59.6 (±0.9)	並	0~0+		中

注) 枝肉歩留り: (枝肉量/と殺前体重) × 100, %
(±): SD

験期間に摂取量した TDN 量の45%に相当した。
と殺・解体および枝肉成績を表6に示した。絶食歩留りは対照区が91.9%, 試験区が91.6%であった。枝肉歩留りは対照区の58.9%に対して試験区は59.6%を示し, 試験区の方が高い傾向を示した。この結果, 両

区とも枝肉量は約320kgとなり, ほぼ同程度の枝肉生産となった。
一方, 枝肉等級格付は全牛とも「並」となった。また, 両区とも「脂肪交雑」は「0」~「0+」, 「脂肪の質・色沢」は「中」となり, 給与飼料の差異が枝肉

表7 枝肉構成および枝肉切断面測定値

	正肉量	枝肉構成			皮下脂肪厚			胸最長筋 断面積	ロース 部厚	バラ 部厚
		正肉	余 脂	剩 肪	骨	背 部	胸 部				腹 部
	kg	%	%	%	cm	cm	cm	cm ²	cm	cm
対照区	251 (±8)	78.0 (±0.5)	6.9 (±1.0)	14.1 (±0.9)	2.0 (±0.2)	2.5 (±0.2)	0.6 (±0.1)	43.9 (±2.5)	18.3 (±0.5)	5.3 (±0.3)
試験区	247 (±28)	78.1 (±0.8)	7.4 (±1.3)	13.7 (±0.6)	1.8 (±0.3)	2.4 (±0.3)	0.5 (±0.1)	45.6 (±3.8)	17.9 (±1.4)	5.2 (±0.7)

注) 枝肉構成: (各構成量/枝肉量) × 100, %
切断面測定: 第7—第8肋骨間
(±): SD

格付に及ぼす影響は認められなかった。
枝肉構成および枝肉切断面測定値を表7に示した。枝肉構成において正肉の割合は, 両区ともほぼ78%を示した。他の構成において余剰脂肪割合は試験区が, 骨割合は対照区が若干高い値を示したが, 両区間の差異は大きなものではなかった。枝肉切断面における皮下脂肪厚は, 背部, 胸部, 腹部とも僅かに対照区の方が高い値を示したが, その差異は小さかった。胸最長筋断面積は試験区が対照区より若干高い値を示したが, 有意差はなかった。
部位別正肉割合を表8に示した。試験区はネック割

合において対照区より若干高い値を示したが, 他の部位はいずれも両区間の差は認められず, ほとんど同じ値を示した。

考 察

本試験では両区1頭ずつの精肉調査を実施したが, その結果では, 正肉に対する精肉歩留りは対照区が78.5%, 試験区が79.7%を示した。したがって, 本成績の枝肉および正肉生産で示したように, 脱水でん粉粕給与が産肉性を低下させる傾向は認められなかった。

表8 部位別正肉割合

	前		軀				中				後				計						
	カ ロ ウ	ウ テ ネ ク	カ バ ラ	マ ス	エ ネ	計	ロ ー ス	ヒ レ	ト バ ラ	モ ロ	計	ウ モ モ	チ モ イ	ラ イ チ		シ ボ	シ マ	ナ ク	カ ニ	ト ス	モ ネ	計
対照区	4.4 (±0.4)	8.7 (±0.4)	4.7 (±0.8)	8.0 (±1.0)	2.8 (±0.1)	28.9 (±0.4)	8.7 (±0.4)	2.0 (±0.1)	14.9 (±0.5)	25.4 (±0.6)	6.0 (±0.3)	4.9 (±0.1)	4.8 (±0.2)	6.1 (±0.1)	1.6 (±0.1)	1.6 (±0.1)	1.6 (±0.1)	1.6 (±0.1)	1.6 (±0.1)	1.6 (±0.1)	23.3 (±0.5)
試験区	4.4 (±0.4)	8.6 (±0.4)	5.3 (±0.9)	7.8 (±0.8)	2.6 (±0.2)	28.7 (±0.4)	8.6 (±0.5)	2.0 (±0.1)	15.1 (±0.2)	25.7 (±0.6)	5.9 (±0.5)	5.0 (±0.3)	4.7 (±0.2)	6.1 (±0.1)	1.5 (±0.1)	1.5 (±0.1)	1.5 (±0.1)	1.5 (±0.1)	1.5 (±0.1)	22.9 (±0.1)	

注) 各部位別正肉割合: (各部位別正肉量/枝肉量) × 100, %
(±): SD

また, 脱水でん粉粕は給与開始時には嗜好性が劣るが, 10日間程度で採食量が増大している。1日平均21kgの採食量は乾物量で約4kgになる。これは体重比で0.8%程度に相当し, 配合飼料の代替がかなりの割合で可能であることを示している。本試験では脱水でん粉粕を飽食給与することによって, 配合飼料を790kgおよび乾草を670kg節減できた。現状の脱水でん粉粕は工場渡し価格が1~2円/kgで, 輸送費を加えても非常に安価である。配合飼料および乾草の価格を考えると, 脱水でん粉粕を用いた牛肉生産はかなり低コストになるものと推察される。しかし, 長期的には加工用ばれいしょの作付動向や, 加工工程の変化によって, 生産量や品質が異なるとともに, 需要の増大によって価格の上昇が見込まれ, 低コスト生産への効果は減少するものと予測される。

本試験を実施するに当たり, ホクレン茅室でん粉工場に多大の御協力を得ましたことを深く感謝致します。

引 用 文 献

1) 農林水産省北海道統計情報事務所: 北海道農林水

産統計年報. 昭和57年, (1983)

- 2) 清水良彦・新名正勝・森関夫: 肉牛の肥育に関する研究. III. 全放牧によるヘレフォード種去勢牛の育成肥育. 新得畜試研究報告, 7: 11-22 (1976)
- 3) 新名正勝・裏悦次・清水良彦: 濃厚飼料無給与による牛肉生産例. 肉用牛研究会報, 36: 27-28 (1983)
- 4) 小竹森訓央・高木亮司・朝日田康司: 放牧多給方式によるヘレフォード種牛の育成肥育. 第1報 放牧地における肥育が増体成績および肉質などに及ぼす影響. 北大農学部附属牧場研究報告, 11: 39-46 (1983)
- 5) 農林水産省農林水産技術会議事務局: 日本標準飼料成分表, 中央畜産会 (1980)
- 6) 日本食肉協議会: 牛・豚枝肉取引規格解説書, (1975)
- 7) 日本食肉協議会: 牛部分肉取引規格解説書, (1974)

Hereford Steers For Beef Production by Feeding Dehydrated Starch Pulp

Masakatsu NIINA, Etuji URA* and Yoshihiko SIMIZU

Eight autumn-born Hereford Steers were divided into two groups. The C-group was fed 1.6% of its body weight in concentrates, and hay ad. lib.. During the last three months of the fattening period, they were fed three kilograms of beet pulp pellets a day per head under housing conditions. The other group was fed hay and beet pulp pellets in the same amounts as the C-groups and in addition were fed dehydrated starch pulp ad. lib. with the controlled feeding of concentrates to maintain the same dialy gain as the C-groups under housing condition (SP-group). All steers were slaughtered after about eight months.

The dialy gains were 1.07 kilograms for C-group, and 1.01 kilograms for the SP-group. Dressing percentage of the SP-group was 59.6% slightly higher than in the C-group which was 58.9%. In this way dressed carcass production was almost the same. There were no differences in the carcass grade or in the percentage of boneless retail cut in spit of the feeding of a different kind of roughage.

For producing an equal quantity of lean meat, the feeding of dehydrated starch pulp reduced the concentrate consumption to about 56% and the hay consumption to about 64% in the experimental group than the C-group.

At present, dehydrated starch pulp is very inexpensive, so it seems to be an appropriate feed for carrying on low-cost beef production.

* Present adress Hokkaido Central Agricultural Experiment station.

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

とうもろこしサイレージの切断長が消化率に及ぼす影響をめん羊と乳牛を供試して検討した。黄熟初期のとうもろこしを設定切断長4.8、9.5および25.4mmの3段階で細切、収穫しサイレージを調製した。これらを3×3ラテン方格法に従い、去勢雄めん羊、乾涸牛各3頭に給与した。供試家畜は同一畜舎内で飼養した。サイレージの乾物給与量は50g/kg^{0.75}とした。畜種を結合因子として、めん羊、乳牛それぞれの方格をこみにして分散分析した。

切断長と畜種との交互作用は有意ではなく、黄熟初期に調製したとうもろこしサイレージでは、切断長の差異はめん羊と乳牛の消化率の差異に影響を及ぼさないことが示された。切断長間の比較では、でんぷん消化率とDCP含量は4.8および9.5mmが25.4mmより高かった。粗繊維消化率は切断長が短くなると低下した。畜種間の比較では、乾物、NFE、粗繊維、でんぷんおよびエネルギーの消化率ならびにTDNおよびDE含量はめん羊のほうが高かった。

とうもろこしサイレージの消化率を牛とめん羊で比較すると、成分によって牛よりめん羊で高い消化率を示すこと^{1,2,3)}が報告されている。また、とうもろこし子実を全粒のまま給与した場合、めん羊では高い消化率を示すのに対し、牛では低く、破碎処理により高まること^{4,5)}が知られている。このように両畜種間で消化性が異なる主な要因として、採食時ならびに反芻時における咀嚼回数の差異が考えられている^{4,5)}が、とうもろこしサイレージの場合、切断長による形状の差異も関与するものと推察される。

これまで、とうもろこしサイレージの切断長と消化率の関係は、牛^{6,7,8)}とめん羊^{9,10,11)}で別々に検討されており、同一原料から切断長を変えて調製したサイレージを供試し、めん羊と牛で同時に比較した成績は見あたらない。そこで、切断長を3段階としたとうもろこしサイレージを調製し、めん羊と牛の消化性に及

ぼす切断長の影響を明らかにしようとした。

材料と方法

供試とうもろこしの品種はワセホマレで、1980年10月13日に収穫した。この年は冷害のため子実の登熟が抑制され¹²⁾、収穫時の熟期は黄熟初期であった。切断長を4.8、9.5および25.4mmに設定した自走式フォーレージハーベスタを用いて同一圃場より収穫し、3処理のサイレージを調製した(以下、それぞれ5、10および25mm区とする)。これらのサイレージを、同一時期にめん羊と牛に給与し、消化試験を行なった。

供試家畜は、サフォーク去勢雄めん羊3頭(平均体重73kg)、ホルスタイン乾涸牛3頭(平均体重757kg)である。試験場所は同一畜舎内であり、めん羊は消化試験用ケージを、乳牛は糞尿分離装置を設置した繫留式ストールを、それぞれ用いた。

Table 1 Distribution of actual cutting length of the corn silage

Set cutting length (mm)	Distribution (%) [*]					
	~2.5	2.5~5	5~10	10~20	20~30	30~
4.8	12.7	23.7	37.1	15.7	7.6	3.2
9.5	10.5	15.7	33.8	23.3	8.7	8.0
25.4	2.7	4.5	19.7	17.7	25.4	30.0

* Percentage of air dried sample having a length within these range (mm).

*現在 道立根釧農業試験場

Table 2 Description of corn silage of varying cutting length

	Set cutting length (mm)		
	4.8	9.5	25.4
Dry matter (%)	23.4	24.6	23.0
pH	3.85	3.83	4.04
VBN (% of total nitrogen)	6.0	5.6	6.7
Organic acid (% of fresh matter)			
Lactic acid	1.44	1.48	1.30
Acetic acid	0.42	0.41	0.52
Propionic acid	—	—	tr.
Chemical composition (% of dry matter)			
Crude protein	9.8	9.6	9.5
Crude fat	3.3	3.1	3.2
Nitrogen free extracts	58.3	59.1	59.3
Crude fiber	23.7	23.5	23.0
Crude ash	4.9	4.7	5.0
Neutral detergent fiber	50.7	50.6	48.7
Acid detergent fiber	29.0	28.7	27.5
Starch	18.1	17.1	18.3
Gross energy (kcal/g dry matter)	4.57	4.63	4.51

消化試験は、めん羊と乳牛それぞれについて3×3ラテン方格法で行ない、各試験期とも8日間の予備飼養の後、6日間の全糞を採取した。サイレージの給与量は、メタボリックボディサイズ(kg^{0.75})当り乾物で50gとした。水と固型塩は自由摂取させた。

サイレージおよび糞の一般成分の分析はA.O.A.C.法¹³⁾、Neutral detergent fiber (NDF) および Acid detergent fiber (ADF) はGOERING and VAN SOESTの方法¹⁴⁾、でんぷんは過塩素酸抽出ーグルコースオキシダーゼ比色法¹⁵⁾、また、エネルギー価はボンブカロリメータでそれぞれ測定した。サイレージのpHはガラス電極pHメータで測定し、有機酸は蔭山らの方法¹⁶⁾に準じガスクロマトグラフを用いて、また、揮発性塩基態窒素(VBN)は水蒸気蒸留法¹⁷⁾で定量した。

風乾試料としたサイレージを、孔径30, 20, 10, 5および2.5mmのふるいで分別して秤量し、孔径別の重量割合を表1に示した。5mm区では2.5~10mm, 10mm区では5~20mm, 25mm区では20mm以上の比率が高く、それぞれ60.8%, 57.1%, 55.4%であった。

サイレージの品質と成分組成を表2に示した。25mm区のpHがわずかに高い傾向にあったが、その他の項

目では大きな差異は認められなかった。

めん羊および乳牛それぞれの消化試験の測定値を、畜種を結合因子としたラテン方格の一元結合型¹⁸⁾として分散分析した。

結 果

各成分の消化率および可消化養分含量を表3に示した。

消化率についてみると、乾物では、牛で5mm区が低い傾向を示したのに対し、めん羊で切断長間に一定の傾向が認められず、これに似た傾向はNFE, NDF, ADF および GE でみられたが、切断長間と交互作用効果は有意でなかった。しかし、いずれの切断長においても、これらの成分は牛に比べめん羊で高い値を示し、特に、乾物、NFE および GE においては畜種間に有意差(P<0.05)を認めた。

粗蛋白質は、めん羊で切断長が長いほど低下する傾向にあったが、牛では10mm区が5および25mm区に比べ高い値を示し一定の傾向は認められず、切断長間、畜種間および交互作用効果に有意性はなかった。

粗脂肪では、10および25mm区が両畜種共に同程度の

Table 3 Digestibility and digestible nutrients in sheep and cattle receiving corn silage of varying cutting length

	Species	Set cutting length (mm)				Significance of effects		
		4.8	9.5	25.4	Mean	Set cutting length	Species	Set cutting length × Species
Digestibility (%)								
Dry matter	Sheep	67.5	67.8	67.6	67.6 ^a			
	Cattle	64.2	67.0	66.8	66.0 ^b	NS	*	NS
	Mean	65.9	67.4	67.2				
Crude protein	Sheep	61.3	59.3	53.1	57.9			
	Cattle	58.6	62.0	56.5	59.0	NS	NS	NS
	Mean	60.0	60.7	54.8				
Crude fat	Sheep	82.3	80.9	80.5	81.2			
	Cattle	78.3	80.1	80.9	79.8	NS	NS	NS
	Mean	80.3	80.5	80.7				
Nitrogen free extracts	Sheep	71.3	73.0	72.4	72.2 ^a			
	Cattle	68.6	71.4	71.4	70.5 ^b	NS	*	NS
	Mean	70.0	72.2	71.9				
Crude fiber	Sheep	63.8	65.9	68.1	65.9 ^a			
	Cattle	61.3	64.2	67.1	64.2 ^b	**	*	NS
	Mean	62.6 ^c	65.1 ^b	67.6 ^a				
Neutral detergent fiber	Sheep	58.4	59.0	59.2	58.9			
	Cattle	54.0	57.3	57.4	56.2	NS	NS	NS
	Mean	56.2	58.2	58.3				
Acid detergent fiber	Sheep	58.8	58.3	59.9	59.0			
	Cattle	54.7	56.8	57.7	56.4	NS	NS	NS
	Mean	56.8	57.6	58.8				
Starch	Sheep	99.3	98.7	97.2	98.4 ^a			
	Cattle	96.9	98.3	95.4	96.9 ^b	**	**	NS
	Mean	98.1 ^a	98.5 ^a	96.3 ^b				
Gross energy	Sheep	68.4	68.9	67.3	68.2 ^a			
	Cattle	63.6	67.2	65.8	65.5 ^b	NS	*	NS
	Mean	66.0	68.1	66.6				
Digestible nutrients								
Digestible crude protein (% of DM)	Sheep	6.0	5.7	5.0	5.6			
	Cattle	5.7	5.9	5.4	5.7	*	NS	NS
	Mean	5.9 ^a	5.8 ^a	5.2 ^b				
Total digestible nutrients (% of DM)	Sheep	69.0	70.0	69.4	69.5 ^a			
	Cattle	66.2	68.8	68.9	68.0 ^b	NS	*	NS
	Mean	67.6	69.4	69.2				
Digestible energy (kcal/g DM)	Sheep	3.12	3.19	3.04	3.12 ^a			
	Cattle	2.90	3.11	2.97	2.99 ^b	NS	*	NS
	Mean	3.01	3.15	3.01				

For a given trait, set cutting length or species means having different superscripts are significantly different.
*p<.05; **p<.01; NS not significant.

消化率を示したのに対し、5mm区ではめん羊でやや高く、逆に牛ではやや低い値を示したが、交互作用の有意性は認められなかった。

粗繊維は、両畜種で一致した傾向を示した。すなわち、切断長が短いほど有意に ($P < 0.01$) 消化率が低下し、いずれの切断長においてもめん羊が高い消化率を示した ($P < 0.05$)。

でんぷんは、いずれの処理区においても95%以上の高い消化率を示したが、両畜種共に25mm区がわずかに低く ($P < 0.01$)、また、牛に比べめん羊がわずかに高い値 ($P < 0.01$) を示した。

可消化養分含量についてみると、DCP含量は、両畜種共に25mm区が他区に比べ低く ($P < 0.05$) 評価された。TDN含量は、めん羊で切断長間に差がなく、牛では5mm区でやや低い傾向を示したが、切断長間に有意差は認められなかった。DE含量は、両畜種共に10mm区でやや高い傾向にあったが、切断長間に有意差は認められなかった。TDNおよびDE含量は、いずれの切断長においてもめん羊で高い値を示し、畜種間に有意差 ($P < 0.05$) が認められた。

考 察

とうもろこし子実の消化率について、全粒の場合、牛の消化率はめん羊より低いが、破碎処理により消化率の向上することが知られている^{4,5)}。とうもろこしサイレージには、かなりの量の子実が含まれており、原料の設定切断長が短いほど破碎された子実割合が高くなる⁶⁾ことから考えると、切断長の長短によりめん羊と牛で異なる消化性を示すことが推測される。すなわち、切断長の短いとうもろこしサイレージでは、牛とめん羊の消化率に大差はないが、長い場合には、めん羊に比べ牛で劣ることが考えられる。

本試験では、同一圃場から収穫、調製した黄熟初期のとうもろこしサイレージを、めん羊と乳牛に同時に給与して、切断長との関係、すなわち、畜種と切断長との交互作用効果を検討した。しかし、交互作用は有意でなく、切断長の違いはめん羊と乳牛による消化率の差異に影響しなかった。

子実の破碎程度と関連が深いでんぷんの消化率についてみると、牛ではいずれの処理においても極めて高い値を示し、25mm区で若干低い値を示したにすぎなかった。さらに、めん羊との比較では、短い5mm区でめん羊と同程度の消化率を、逆に、長い25mm区で大差

を示すといった傾向は特に認められなかった。NFE消化率においても、同様にこのような傾向を認めなかった。

黄熟期のとうもろこしサイレージでは、切断長を短かくすると、でんぷん⁸⁾、NFE¹¹⁾の消化率が向上するとされ、このような非構造性炭水化物分画の消化率が向上する要因としては、子実表皮の傷により第一胃内微生物や第四胃以下の消化酵素の作用の増大することが挙げられている⁸⁾。しかし、本試験で供試したとうもろこしは、栽培年が異常低温であったため、子実の登熟が抑制され、黄熟初期にサイレージ調製したものの、でんぷん含量は17.1~18.3%で、平年のワセホマレ (黄熟中期~成熟期) の28.8%¹²⁾に比べ著しく少なく、また、子実表皮の硬化もあまり進んでいなかった。このため、収穫時の切断長が長く、子実が破碎を受けにくい場合でも、子実は両畜種共に咀嚼により容易に破碎され、でんぷんが利用されたものと推察される。このことは、でんぷん消化率が両畜種ともに95%以上の極めて高い値を示したことによってもうかがえる。

一方、粗繊維、NDF、ADFなどの構造性炭水化物分画では、これまでの知見^{7,8)}と一致する傾向にあり、粗繊維消化率は、切断長が短いほど有意に低下した。このような消化率低下の要因としては、サイレージ片が小さいほど消化管内通過速度が増し、第一胃内微生物による発酵、分解を受ける時間が短縮されるためと考えられている⁸⁾。

本試験では、切断長の違いによりめん羊と乳牛で特異的な消化性を示す知見が得られず、したがって、各可消化養分含量においても、切断長と畜種との交互作用効果は出現しなかった。ただ、5mm区の牛では、成分含量の高いNFEと粗繊維の消化率がやや低い傾向にあったため、TDN含量の低い傾向がみられたが有意ではなかった。

以上のように、黄熟初期に調製したとうもろこしサイレージでは、切断長の差異は、両畜種共に栄養価に大きく影響しないと言えるが、子実の登熟がさらに進んだ原料から調製したサイレージについては、別に検討の必要があろう。

畜種間では、NFE、粗繊維およびGEの各消化率は、いずれの切断長においても、めん羊に比べ牛が低く、その結果として、TDNおよびDE含量が牛で低く評価された。VANDER NOOT et al.¹⁾やCOLOVOS et al.²⁾

も、切断長を一定とした試験であるが、同様にめん羊のほうが良好な消化性を示すことを認めている。一方、切断長は明示されていないが、品種および熟期の異なる7種類のとうもろこしサイレージを用い、両畜種間差を総合的に検討した名久井らの報告³⁾では、熟期によってADF消化率に差のある場合とない場合とを認めており、この点からも、熟期の進んだとうもろこしサイレージについて、本試験と同様に切断長を変えて畜種間の消化性を検討する必要があると考えられた。

文 献

- 1) VANDER NOOT, G. W., R. H. CORDTS and R. HUNT: Comparative nutrient digestibility of silages by cattle and sheep. *J. Animal Sci.*, 24: 47-50 (1965)
- 2) COLOVOS, N. F., J. B. HOLTER, R. M. KOES, W. E. URBAN JR. and H. A. DAVIS: Digestibility, nutritive value and intake of ensiled corn plant (*Zea Mays*) in cattle and sheep. *J. Animal Sci.*, 30: 819-824 (1970)
- 3) 名久井忠・岩崎 薫・早川政市: トウモロコシホールクロップサイレージ給与における乳牛と羊の消化率の比較. *日草誌*, 28: 111-116 (1982)
- 4) WILSON, G. F., N. N. ADEEB and R. C. CAMPLING: The apparent digestibility of maize grain when given in various physical forms to adult sheep and cattle. *J. agric. Sci., Camb.* 80: 259-267 (1973)
- 5) 阿部 亮・岩崎 薫・篠田 満: 反芻家畜による飼料の消化試験—トウモロコシ子実の粉碎粒度と乳牛、緬羊による成分消化率、TDN含量との関係—. *日畜会報*, 55: 755-759 (1984)
- 6) 坂東 健・出岡謙太郎: とうもろこしサイレージの切断長が乳牛による消化率に及ぼす影響. *北海道草地研究会報*, 13: 119-122 (1979)
- 7) 奥野裕史・岡本明治・吉田則人: とうもろこしサイレージの切断長の違いが乳牛の消化性に及ぼす影響について. *北海道草地研究会報*, 16: 107-

110 (1982)

- 8) 名久井忠・岩崎 薫・早川政市: トウモロコシホールクロップサイレージの切断長が乳牛の消化性に及ぼす影響. *日草誌*, 27: 428-432 (1982)
- 9) GEASLER, M. R. and H. E. HENDERSON: Corn silage maturity, fineness of chop and metabolic parameters. *J. Animal Sci. (Society Proceedings)*, 31: 242 (1970)
- 10) SUDWEEKS, E. M., L. O. ELY and L. R. SISK: Effect of particle size of corn silage on digestibility and rumen fermentation. *J. Dairy Sci.*, 62: 292-296 (1979)
- 11) 出岡謙太郎・坂東 健: 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. *新得畜試研究報告*, 11: 39-41 (1981)
- 12) 名久井忠・櫛引英男・岩崎 薫・早川政市・桑島昭吉・仲野博之・長谷川寿保: 冷害年 (1980) におけるトウモロコシサイレージの飼料価値ならびに栄養収量. *日草誌*, 28: 217-224 (1982)
- 13) ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS: Official methods of analysis. 9th ed. 283-296. Washington, D. C. (1960)
- 14) GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST: Forage fiber analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and some Applications). *U.S.D.A., Agr. Handb.* 379: 1-9 (1970)
- 15) 農水省畜産試験場: 新しい飼料分析法とその応用. *畜産試験場資料* No. 56-1: 9-11 (1981)
- 16) 蔭山勝弘・森 治夫・佐藤勝郎: ガスクロマトグラフィーによるサイレージの揮発性脂肪酸と乳酸の同時測定法. *日畜会報*, 44: 465-469 (1973)
- 17) 大山嘉信: 動物栄養試験法 (森本宏監修). 初版, 412-417. 養賢堂, 東京. (1971)
- 18) 鳥居敏雄・高橋暁正・土肥一郎: 医学・生物学のための推計学. 5版, 303-309. 東京大学出版会, 東京. (1963)

Comparative Digestibility of Corn Silage When Cut in Various Lengths and Fed to Sheep and Cattle

Kentaro DEOKA, Takeshi BANDO*, Masahiro OKAMOTO
and Satoshi HARA

The digestion trials of corn silage cut in various lengths were carried out with sheep and cows. The whole corn plants, in the early dent stage, were cut into 4.8, 9.5 and 25.4mm lengths and were then ensiled. The resulting silage was fed to three wether sheep and three dry cows, based on the 3 × 3 Latin square design for each species. The sheep and cows were housed in the same barn. The test animals were fed 50g per kg^{0.75} of silage on a dry matter basis per day. Using these two species as combining factor, the two Latin squares were pooled and analysed.

The interaction effect between silage length and animal species was not significant. It was revealed that the different lengths of corn silage, ensiled in the early dent stage, did not effect the difference in digestibility between sheep and cows.

Within the silage lengths, starch digestibility and DCP content were higher for 4.8 and 9.5mm than for 25.4mm. Crude fiber digestibility decreased with the decrease in the silage length.

In the two species, digestibilities of DM, NFE, crude fiber, starch and energy, and the contents of TDN and DE were higher for sheep than for cows.

* Present adress : Hokkaido Prefecture Konsen Agricultural Experiment Station

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*

子牛下痢症が毎年多発している一牛群において下痢症子牛の発見時における生体内変化を知る目的で、発見当日の血液成分を正常子牛と比較検討した。下痢症子牛は正常子牛と比較し、血液 pH、血液 CO₂分圧、血漿 HCO₃⁻、血清 Glucose、血清 Na および血清 Ca の低下、PCV および BUN の上昇が認められた。とくに臨床的に重度な下痢症子牛は血液 pH、血漿 HCO₃⁻、血清 Na の低下、BUN の上昇が顕著であった。また下痢症子牛の63.1%の糞便からロタウイルスが検出された。

下痢便の排出により脱水や酸・塩基平衡障害等の生理変化が子牛生体内で生じることが Lewis ら^{7,8,9)} や Phillips ら¹⁰⁾ の研究により近年明らかにされてきている。しかし野外で通常認められる下痢症子牛は、発見時においてこのような生理変化がどの程度生じているのかは、明らかではない。また子牛下痢症の発現には、ウイルスや細菌等種々の病原微生物が関与しており、下痢症の病勢は病原微生物の種類により異なるといわれている。^{14,16,17)} そこで、適確な治療や予後判定を行うには子牛生体内の変化と併せて下痢の原因を把握することが非常に重要である。しかし、わが国において子牛下痢症の病原学的な検討はほとんど行われていない。

今回の調査では、毎年子牛下痢症が多発している一肉専用種牛群において、下痢症子牛の発見当日の血液成分を健康子牛と比較し、また糞便中の病原微生物の検査を行った。

材料ならびに方法

1983年2月から同年5月までを調査期間とし、北海道立新得畜産試験場で飼養されている1~30日齢の肉専用種(ヘレフォード、アンガス、黒毛和種)で下痢を呈した子牛66頭、臨床的に正常な子牛40頭を供試牛とした。なお、泥状あるいは水様便を排出する子牛を下痢症子牛とし、正常子牛は下痢症の経験の無い子牛に限定した。下痢症子牛の血液は、発見当日の治療前に頸静脈より採取した。血液 pH (pH)、血液 CO₂ 分圧 (PCO₂) および血漿 HCO₃⁻ (HCO₃⁻) の測定は、死腔をヘパリン (1000units) で満たした注射器で採血後、直ちに4℃に保存し、2時間以内に血液ガス-PH アナラ

*現在 道立根釧農業試験場

イザー (コーニング165) で行った。他の血液検査の項目ならびに方法は、表1のとおりである。

下痢便中の病原微生物検査は、下痢症の発見当日の治療前に採取した65例の材料についてサルモネラ、毒素原性大腸菌およびロタウイルスを調査した。サルモネラの検査は材料をラバポート培地で37℃一夜増菌後、善養寺ら²¹⁾の方法に準じて行った。毒素原性大腸菌の検査は材料を DHL 寒天に白金耳量塗布し、37℃一夜培養後、分離された大腸菌5株を用いて耐熱性毒素の産生能と定着因子の有無について調査した。耐熱性毒素の産生能は分離大腸菌を CAYE 培地で回転培養後、培養上清を竹田ら¹³⁾の乳飲みマウス胃内投与方法で、定着因子は K88, K99 および 987P の3種について分離大腸菌を Minca-IsovitaleX 寒天で培養後、市販抗血清 (デンカ生研) を用いて Guinea ら⁴⁾のスライド凝集反応法で各々調査した。ロタウイルスの検査は逆受身赤血球凝集反応法を原理としたロタセル (日水製薬) で行った。^{5,12,15,18)}

臨床症状は、糞便の状態、元気の程度および脱水の程度を Acrest ら²⁾の方法を基に以下に示す様式で各々点数化し、各項目の点数の合計を臨床スコアとした。

糞便の状態 : 0 = 正常便, 1 = 泥状便, 2 = 水様便
元気の程度 : 0 = 正常
1 = 元気無く乳をあまり飲んでいない
2 = 起立困難で乳を全く飲んでいない
脱水の程度 : 0 = 眼に光沢あり皮膚は弾力に富む
1 = 眼球の陥没が認められ、皮膚は弾力性があまり無い
2 = 眼球の陥没が顕著で、皮膚は弛緩し、四肢末端が冷たい

Table 1 Methods of blood analysis

Items	Units	Methods
pH (37°C)		Blood pH/Gas analyser
PCO ₂ ²	Torr	Blood pH/Gas analyser
HCO ₃ ⁻	mEq/l	Blood pH/Gas analyser
PCV	%	Micro-hematocrit method
Glucose	mg/dl	Mutarotase-GOD method
Total Protein	g/dl	Refractometer
BUN	mg/dl	Urease-indophenol method
Na	mEq/l	Flame photometer
K	mEq/l	Flame photometer
Ca	mg/dl	Atomic absorption spectrophotometer
Mg	mg/dl	Atomic absorption spectrophotometer
IP	mg/dl	Molybdenum blue direct method

結 果

1) 下痢便中の病原微生物検査

ロタウイルスは、41例 (63.1%) より検出された

Table 2 Total percentage of isolations of neonatal calf diarrheic pathogens from feces of 65 calves

Pathogens	(%)
Rotavirus	63.1
E. colik 99 ⁺	1.5
Rotavirus+E. colik ⁺	1.5
Salmonella	0
Negative	33.8

(表2)。K99保有大腸菌は2例より計6株検出されたが、これらの株を含め下痢便より分離した計325株の大腸菌の耐熱性毒素産生能、K88および987Pはすべて陰性であった。

2) 血液検査

下痢症子牛と正常子牛の血液成分の比較を表3に示した。下痢症子牛が正常子牛に比較し有意に低下した項目はpH, PCO₂, HCO₃⁻, 血清 Glucose (Glucose), 血清 Na (Na) および血清 Ca (Ca) で、有意に上昇した項目は血球容積 (PCV) および血中尿素態窒素 (BUN) であった。血清総蛋白 (TP), 血清 K (K), 血清 Mg (Mg) および血清無機リン (IP) は両群間に有意な差は認めら

れなかったが、下痢症子牛の中で TP は最高9.6g/dl および最低4.4g/dl, K は最高8.8mEq/l および最低3.7mEq/l, Mg は最低0.6mg/dl, IP は最高13.2mg/dlを示す子牛が各々認められた。

臨床スコアが4以上を示す臨床的に重度な下痢症子牛8頭の血液成分を表4に示した。これらの子牛の平均日齢は14.6日で、ロタウイルスは6例 (75.0%) から検出された。pH, HCO₃⁻ および Na の低下が顕著な子牛は7例 (87.5%), BUN の上昇が顕著な子牛は6例 (75.0%) に各々認められた。

考 察

Acres¹⁾や Moon¹¹⁾はカナダやアメリカにおいて野外でみられる子牛下痢症の主要原因として、ロタウイルス、コロナウイルス、毒素原性大腸菌およびクリプトスポリディウムを挙げており、これらの混合感染も多く認められると報告している。今回行った下痢便中の病原微生物検査の結果、糞便材料の63.1%からロタウイルスが検出され、また下痢症発生の集中時にロタウイルス検出例が多く認められていることから、ロタウイルスが調査牛群の子牛下痢症の主要原因であることが示唆された。毒素原性大腸菌の検査では、一部の分離大腸菌株は定着因子であるK99を保有していたが、耐熱性毒素産生株はまったく検出されず、Acres や Moon らの報告と異なる結果となった。定着因子の保有が直接下痢の発現に関与するのか、あるいは乳飲みマウスの腸管ループテストに反応しない毒素

Table 3 Blood chemical values of normal and diarrheic calves at the time of first finding

Items	Diarrheic calves (66) *		Normal calves mean ± SD	Significance P <
	mean ± SD			
pH	7.29 ± 0.11		7.41 ± 0.03 (40) *	0.001
PCO ₂ (Torr)	46.9 ± 6.9		49.8 ± 3.6 (40)	0.05
HCO ₃ ⁻ (mEq/l)	23.3 ± 7.1		31.3 ± 3.0 (40)	0.001
PCV (%)	39.7 ± 6.7		33.5 ± 6.7 (20)	0.001
Glucose (mg/dl)	86.9 ± 17.5		102.0 ± 16.2 (20)	0.01
TP (g/dl)	6.1 ± 0.8		6.0 ± 0.5 (20)	N.S.**
BUN (mg/dl)	13.8 ± 8.9		7.5 ± 2.9 (20)	0.01
Na (mEq/l)	133.7 ± 4.6		143.1 ± 2.8 (20)	0.001
K (mEq/l)	5.5 ± 0.9		5.2 ± 0.3 (20)	N.S
Ca (mg/dl)	11.0 ± 1.3		12.2 ± 2.0 (20)	0.01
Mg (mg/dl)	1.7 ± 0.3		1.7 ± 0.2 (20)	N.S
IP (mg/dl)	7.8 ± 1.6		8.1 ± 0.9 (20)	N.S

* Number of calves

** Not significance

の産生があるのか否かは、今後の検討課題であろう。今回下痢症子牛の発見当日の血液成分を分析した結果、pH, PCO₂, HCO₃⁻, Glucose, Na および Ca の低下、PCV および BUN の上昇を認めた。また臨床的に重度な下痢症子牛では pH, HCO₃⁻ および Na の低下と BUN の上昇が顕著であった。Lewis⁷⁾は、正常子牛と下痢症子牛の糞便の性状を比較した結果、下痢症子牛に水分排泄の増大とともに Na, K, Cl 等の排泄の増加が認められることを指摘している。このように下痢症に

よって腸管から大量の水分と電解質が喪失する結果、子牛生体内に生じた種々の変化が血液成分に反映したものと考えられる。

Fisher³⁾は、下痢症子牛の血液成分中、pH, HCO₃⁻, Na および Cl の低下、PCV および K の上昇を認めている。Lewis^{8,9)}もコロナウイルスの人工感染による下痢症子牛で血液成分中、PCV, K および乳酸の上昇、pH および Glucose の低下を認め、とくに pH の低下は、大量の水分喪失の結果、血液量の減少とそれ

Table 4 Blood chemical values of clinically severe diarrheic calves at the time of first finding

Carf No.	Clinical score	Days of age	Pathogen	pH	PCO ₂ (Torr) ²	HCO ₃ ⁻ (mEq/l)	PCV (%)	Glucose (mg/dl)	TP (g/dl)	BUN (mg/dl)	Na (mEq/l)	K (mEq/l)	Ca (mg/dl)	Mg (mg/dl)	IP (mg/dl)
407	4	21	rotavirus	6.987	26.4	6.0	41.0	88	6.0	47.5	134	4.5	10.0	0.6	11.0
111	4	14	N.D*	7.109	47.7	14.5	27.0	97	6.6	29.7	131	5.4	10.5	1.8	9.8
509	4	22	rotavirus	7.062	49.1	13.0	41.0	95	6.7	44.5	131	4.3	9.9	1.8	7.7
510	5	22	rotavirus	7.106	31.9	9.5	31.5	69	5.2	21.1	141	3.7	11.1	1.9	7.1
116	4	12	N.D	7.005	32.0	7.5	37.0	51	7.0	42.2	127	5.2	10.4	2.0	9.4
20	4	6	rotavirus	7.370	44.4	25.0	38.0	94	6.0	14.6	131	6.4	10.1	1.8	6.7
225	4	8	rotavirus	7.246	43.4	18.5	40.0	73	6.9	11.2	136	6.1	11.9	2.0	8.3
234	4	12	rotavirus	7.177	46.5	16.5	57.5	93	8.0	39.0	127	8.8	15.6	1.5	13.2

* Not detected

に伴う腎の機能不全により H^+ 排泄量が減少し、乳酸利用の低下と電解質喪失が相まって代謝性アシドーシスが発現していることを意味すると報告している。今回の調査でも Fisher や Lewis らとほぼ同様の結果が得られたことにより、野外的下痢症子牛の一部において発見当日にはすでに、脱水、腎の機能不全ならびに代謝性アシドーシスが発見していることが示唆された。また PCO_2 の低下は、アシドーシスに対する生体内の代償作用として、過呼吸により肺から CO_2 の排泄が亢進した結果であろうと考えられる²⁰⁾。K は上昇する子牛と低下する子牛が認められたが、その理由は不明である。

通常、脱水の程度を知るために TP と PCV の測定が行われているが、子牛において TP は出生時の移行抗体の吸収量によって大きく左右され⁶⁾、PCV は生後 1 ヶ月間は不安定であるため¹⁹⁾、1 回だけの TP と PCV の測定によって下痢症子牛の脱水の程度は判定できないと考えられる。そこで、下痢発見時に下痢症子牛の脱水等の病態を把握するためには、血液成分中 pH, HCO_3^- , Na, BUN の測定が特に有効だと考えられる。また下痢症子牛の治療として、補液療法によって脱水ならびに代謝性アシドーシスの改善あるいは悪化の防止に努めることが重要であろう。

文 献

- 1) Acres, S. D. and Babiuk, L. A.: Studies on rotaviral antibody in bovine serum and lacteal secretions, using radioimmunoassay. *J. A. V. M. A.*, 173 : 555-559 (1978)
- 2) Acres, S. D. Forman, A. J. and Kapitany, R. A.: Antigen-extinction profile in pregnant cows, using a K99-containing whole-cell bacterin to induce passive protection against enterotoxigenic colibacillosis of calves. *Am. J. Vet. Res.*, 43 : 569-575 (1982)
- 3) Fisher, E. W.: Death in neonatal calf diarrhoea. *Brit. vet. J.*, 121 : 132-138 (1965)
- 4) Guinee, P. A. M., Veldkamp, J. and Jansen, W. H.: Improved Minca medium for the detection of K99 antigen in calf enterotoxigenic strains of *Escherichia coli*. *Infect. Immun.*, 15 : 676-678 (1977)
- 5) 勝島矩子・矢崎 薫・坂本美千代・五十嵐直子・加藤幸之助・鈴木宏: 糞便中ヒトロタウイルス検出法の比較. *臨床とウイルス*, 11 : 247-251 (1983)
- 6) 工藤卓二・八田忠雄・岸 昊司・森清一: 子牛の年齢経過に伴う血清総蛋白量と血清グロブリン値の関係の変化に基づく簡便な血清グロブリン値の推定. *新得畜試研究報告*, 9 : 37-41 (1978)
- 7) Lewis, L. D. and Phillips, R. W.: Water and electrolyte losses in neonatal calves with acute diarrhea. *Cornell Vet.*, 62 : 596-607 (1972)
- 8) Lewis, L. D. Phillips, R. W.: and Elliot, C. D.: Changes in plasma glucose and lactate concentrations and enzyme activities in the neonatal calf with diarrhea. *Am. J. Vet. Res.*, 36 : 413-416 (1975)
- 9) Lewis, L. D. and Phillips, R. W.: Pathophysiologic changes due to coronavirus-induced diarrhea in the calf. *J. A. V. M. A.*, 173 : 636-642 (1978)
- 10) Phillips, R. W. and Case, G. L.: Altered metabolism, acute shock, and therapeutic response in a calf with severe coronavirus-induced diarrhea. *Am. J. Vet. Res.*, 41 : 1039-1044 (1980)
- 11) Moon, H. W. McClurkin, A. W., et al.: Pathogenic relationships of rotavirus, *Escherichia coli*, and other agents in mixed infections calves. *J. A. V. M. A.*, 173 : 577-583 (1978)
- 12) 実方 剛: ロタウイルス: 特にロタウイルスの検出法について. *メディアサークル*, 27 : 14-23 (1982)
- 13) Takeda, Y., Takeda, T., Yano, T., Yamamoto, K., and Miwatani, T.: Purification and partial characterization of heat-stable enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Infect. Immun.*, 25 : 978-985 (1979)
- 14) Torres-Medina, A.: Effect of combined rotavirus and *Escherichia coli* in neonatal gnotobiotic calves. *Am. J. Vet. Res.*, 45 : 643-651 (1984)
- 15) 恒光 裕・八田忠雄・工藤卓二・森清一: 肉専用種の子ウシにみられる下痢症の発生状況とロタウイルス感染の調査. *メディアサークル*, 29 : 145-149 (1984)
- 16) Tzipori, S. R.: The aetiology and diagnosis of calf diarrhoea. *Vet. Rec.*, 13 : 510-515 (1981)
- 17) Tzipori, S. R., Makin, T. J., Smith, M. L. and Krautil, F. L.: Clinical manifestations of diarrhoea in calves infected with rotavirus and enterotoxigenic

- nic *Escherichia coli*. *J. Clin. Microbiol.*, 13 : 1011-1016 (1981)
- 18) 渡辺卓俊・村上洋介: 牛ロタウイルス感染症の簡易診断法. *家畜衛生技術協議会集録*, 5 : 33-38 (1983)
- 19) Watt, J. D.: Fluid therapy for dehydration in calves. *J. A. V. M. A.*, 150 : 742-750 (1967)
- 20) 山本 一・河合 忠・塚本玲三: 血液ガス. *医学書院* (1982)
- 21) 善養寺 浩・坂井千三: 腸管系病原菌の検査法. *医学書院*, 152-174 (1981)

Blood Chemical Values in Diarrheic Calves in a Beef Cow-Calf Herd on First Day of Discovery

Hiroshi TSUNEMITSU, Takuji KUDO, Seiichi MORI
and Tadao HATTA*

The herd used in these tests was one in which calf diarrhea is frequently found every year. To examine the pathophysiological changes of diarrheic calves on the day of first discovery the blood chemical values of these calves were compared to those of normal calves. In diarrheic calves, blood pH, blood PCO_2 , plasma HCO_3^- , serum glucose, serum Na and serum Ca levels were significantly lower and PCV and BUN levels were significantly higher than in normal calves. In clinically severe diarrheic calves, blood pH, plasma HCO_3^- , and serum Na levels were distinctly lower and the serum BUN level was distinctly higher. Rotavirus was detected in 63.1% of the feces of diarrheic calves.

* Present adress Hokkaido Prefecture Konsen Agricultural Experiment Station

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

ヘレフォード輸入雌牛100頭をその導入年度によりⅠ群27頭(1961-1963年)Ⅱ群30頭(1968-1972年)およびⅢ群43頭(1979年以降)に区分した。生産雌牛196頭は輸入雌牛の導入年度区分に従って生産したものをⅠ群108頭,Ⅱ群81頭,Ⅲ群7頭に区分して用いた。

輸入雌牛は36か月齢,生産雌牛は生時,1,3,6,8,12と18か月齢の体重と体格11部位測定値を用いて主成分分析を行った。

第1主成分は両群のすべての部位において0.3前後の正の係数を示すことから大きさの因子,第2主成分は体高,十字部高等が負,胸幅,腰角幅等が正の係数を示し形の因子であることが認められた。体高,十字部高の因子負荷量は第1と第2主成分でその特性の重みがよく説明された。つづいて説明割合の高かったのは胸囲と体重であった。

主成分スコアの散布図から,Ⅲ群の牛体の大きさはⅠ群,Ⅱ群よりきわめて大きく,肥り具合等については群間に差がなかった。

以上の結果から,輸入雌牛および生産雌牛の牛体の大きさは導入年度により差が認められたが,形には大きな変化が認められなかった。

肉用牛の産肉能力は肥育素牛の体重,体格,体型等によって影響を受けることがよく知られている。

このため肥育素牛を生産する繁殖牛の体格,体型等の形質に関する論議が盛んで¹⁾²⁾³⁾⁴⁾,生時から成熟値に到るまでの相関,回帰分析が数多く行われている。

さらに牛体をもつ大きさ,幅,深みといった体格,体型特性については主成分分析が行われており,総合特性値として抽出する第1主成分は牛体の大きさを表す因子,第2主成分は牛体の長さ,幅等の因子を区分するところから形の因子と解釈されている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

また,この主成分係数を用いて求めた主成分スコアは Z_1, Z_2 軸上に12次元空間の個体の点を平面に投射するところから体格,体型等の対象分類に有効な手法とされている。

いま,これらの主成分分析に関する既往の成果⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾をみると,供試された牛群はいずれも現在より小型牛の範囲に属するものであった。

一方,ヘレフォードは大型化の傾向にあり,従来までの牛体と異ってきていることが予想されるが,既往の成果はある特定の牛体サイズに関する分析であり比較検討がなされていない。また,他品種の主成分分析の結果がすべてヘレフォードに当嵌るとは考えられない。

したがって,本報告は体重,体格と体型が異ると推

察されるヘレフォード牛群を用い主成分分析を行って牛体特性値を求め,現在大型化を目的に育種している牛群(Ⅲ群)の体格,体型特性を明らかにした。

材料および方法

供試牛は1961-1963年の輸入雌牛27頭をⅠ群,1968-1972年の輸入雌牛30頭をⅡ群,1979年以降の輸入雌牛43頭をⅢ群に区分し計100頭を用いた。生産雌牛は輸入雌牛Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ群からそれぞれ生産したものをⅠ群108頭,Ⅱ群81頭,Ⅲ群7頭に区分し計196頭を用いた。

輸入雌牛は36か月齢,生産雌牛は生時,1,3,6,8,12と18か月齢の体重と体格11部位測定値(体高,十字部高,体長,胸囲,胸深,胸幅,尻長,腰角幅,臆幅,座骨幅,管囲)を用いた。

輸入雌牛と生産雌牛(Ⅲ群)の体重と体格測定値は表1と表2に示した。生産雌牛のⅡ群とⅢ群の測定値は既報に示した¹⁵⁾。

主成分分析は相関行列からヤコビ法⁶⁾⁷⁾により主成分ごとの固有値(λ_k),固有ベクトル(l)を求め,さらに分散の寄与率($\sqrt{\lambda_k}$)を求めた。因子負荷量は $\gamma(Z_k, U_i) : \gamma$ (相関係数), Z_k (主成分, $k=1,2, \dots, m \leq P$) U_i (変数 $X_1 \sim X_{12}$ の標準化したもの)から計算して Z_1-Z_2 軸上に打点し,体重と体格11部位が

表1 輸入雌牛 (I群, II群, III群) の体重と体格11部位測定値

部位	測定値	I 群		II 群		III 群		3群の平均値	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
		x_1 (体 高)	114.5	2.9	118.6	2.8	127.0	3.2	121.2	6.2
x_2 (十字部高)	118.9	3.3	123.2	2.6	131.1	3.5	125.5	6.1	
x_3 (体 長)	140.4	4.3	147.8	4.8	155.4	3.9	149.2	7.6	
x_4 (胸 囲)	176.0	8.2	184.3	9.3	193.1	9.1	186.2	11.4	
x_5 (胸 深)	62.5	2.5	65.7	2.9	69.0	2.4	66.4	3.7	
x_6 (胸 幅)	41.3	3.1	43.9	3.1	48.9	3.3	45.4	4.5	
x_7 (尻 長)	48.4	2.8	52.2	1.9	53.8	2.4	51.9	3.2	
x_8 (腰 角 幅)	48.7	2.9	51.8	2.4	54.7	2.1	52.3	3.5	
x_9 (臍 幅)	43.1	2.2	46.2	1.7	48.8	2.3	46.5	3.2	
x_{10} (座 骨 幅)	30.5	2.7	33.5	1.8	35.1	1.7	33.5	3.0	
x_{11} (管 囲)	18.0	0.7	19.0	0.8	20.1	0.8	19.2	1.1	
x_{12} (体 重)	434.4	47.0	470.1	50.5	556.0	48.0	497.4	71.4	

注 \bar{x} : 平均値, SD: 標準偏差, $x_1 \sim x_{11}$: cm, x_{12} : kg

表2 生産雌牛 (III群) の体重と体格11部位測定値

部位	測定値	0		1		3		6		8		12		18	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
		x_1 (体 高)	70.4	2.1	76.0	4.0	84.0	3.8	97.3	3.6	101.5	2.7	109.5	1.9	119.9	1.5
x_2 (十字部高)	74.3	2.2	80.8	4.4	91.1	4.7	101.5	3.7	107.6	3.5	115.5	3.1	125.7	2.5	
x_3 (体 長)	63.5	2.0	71.9	6.6	88.9	4.4	107.5	4.7	114.0	1.7	125.2	3.6	143.6	2.5	
x_4 (胸 囲)	76.1	4.1	89.2	8.4	110.5	6.3	128.2	4.5	138.8	4.8	153.1	5.3	176.4	4.2	
x_5 (胸 深)	26.7	1.7	32.2	2.7	39.0	2.0	46.4	2.2	50.4	1.4	57.0	1.9	63.7	2.3	
x_6 (胸 幅)	21.8	1.9	20.5	2.1	25.0	2.1	29.4	2.9	32.7	2.4	36.9	2.3	43.8	1.8	
x_7 (尻 長)	21.5	0.9	25.5	1.9	31.4	1.5	39.5	0.9	39.4	0.7	43.8	1.4	50.1	1.3	
x_8 (腰 角 幅)	17.5	1.8	20.5	2.7	26.7	2.1	32.3	1.1	35.9	1.3	41.2	1.4	47.2	0.8	
x_9 (臍 幅)	19.7	1.3	22.1	2.2	28.2	1.7	32.4	0.9	34.6	1.1	40.4	1.2	45.6	1.7	
x_{10} (座 骨 幅)	12.0	1.0	14.7	1.9	17.6	0.9	22.0	1.1	23.5	2.0	27.0	1.4	30.0	3.3	
x_{11} (管 囲)	11.3	0.8	11.9	0.8	14.0	0.7	15.5	0.7	15.9	0.6	17.8	0.6	19.0	0.6	
x_{12} (体 重)	37.3	4.4	61.3	15.3	109.5	18.2	174.5	18.2	220.0	25.0	300.0	20.7	407.7	22.5	

注 \bar{x} : 平均値, SD: 標準偏差, $x_1 \sim x_{11}$: cm, x_{12} : kg

第1, 第2主成分でどの程度説明されるかを検討した。

また, 求めた固有ベクトルから各個体の主成分スコアを計算して散布図を作製した。

結果および考察

1 輸入雌牛の牛体特性値の評価

輸入雌牛3群の36か月齢体重と体格11部位の固有

値, 固有ベクトルを表3に示した。なお, 表3中の a, b, c の値は体重を除いた体格11部位の分析値である。

輸入雌牛各群の主成分分析の結果をみると, 第1主成分の値は0.13から0.38の範囲で平均して0.3前後の値を示した。

この第1主成分の値は3群間でとくに差を認めず, また, 体重と体各部位別にも差がなくきわめて平均したベクトル構造を示した。これらの値は既往の報告に

表3 輸入雌牛 (I群, II群, III群) の固有値, 固有ベクトル

部位	分析値	I 群		II 群		III 群		III群 ^c				
		PC 1	PC 2	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2	PC 1	PC 2			
		x_1 (体 高)	0.27	-0.45	0.29	-0.45	0.23	-0.41	0.25	-0.41	0.25	0.47	0.32	-0.39
x_2 (十字部高)	0.27	-0.46	0.29	-0.45	0.23	-0.44	0.25	-0.44	0.21	0.54	0.29	-0.48
x_3 (体 長)	0.28	-0.18	0.30	-0.18	0.31	0.07	0.35	0.06	0.28	0.32	0.31	-0.31
x_4 (胸 囲)	0.34	-0.01	0.35	-0.00	0.33	0.07	0.35	0.08	0.34	-0.27	0.33	0.34
x_5 (胸 深)	0.29	0.03	0.31	0.05	0.34	-0.24	0.36	-0.24	0.30	-0.09	0.28	0.14
x_6 (胸 幅)	0.21	0.45	0.23	0.46	0.22	0.39	0.24	0.39	0.24	-0.13	0.25	0.15
x_7 (尻 長)	0.31	-0.05	0.34	-0.04	0.28	0.27	0.31	0.27	0.34	-0.09	0.35	0.23
x_8 (腰 角 幅)	0.34	0.13	0.36	0.14	0.32	0.11	0.34	0.11	0.27	-0.15	0.29	0.27
x_9 (臍 幅)	0.29	-0.01	0.31	-0.00	0.30	-0.01	0.32	-0.01	0.30	-0.26	0.30	0.31
x_{10} (座 骨 幅)	0.21	0.19	0.22	0.21	0.18	0.49	0.20	0.49	0.30	-0.28	0.31	-0.01
x_{11} (管 囲)	0.21	0.51	0.22	0.51	0.22	-0.26	0.25	-0.26	0.13	0.35	0.45	-0.35
x_{12} (体 重)	0.34	0.07	—	—	0.38	-0.30	—	—	0.36	-0.19	—	—
λ_k (固有値)	7.00	1.38	6.17	1.37	5.72	1.66	4.95	1.65	5.09	1.90	4.77	1.62
c_1 (寄与率) ^(%)	58.4	11.5	56.1	12.5	47.7	13.8	45.0	15.0	42.4	15.8	43.4	14.7
c_1+c_2 (寄与率) ^(%)	58.4	69.9	56.1	68.7	47.7	61.5	45.0	60.1	42.2	58.2	43.4	58.2

注 PC 1: 第1主成分係数, PC 2: 第2主成分係数
a, b, c は体格11部位の分析値

もみられる範囲の値であった。

いま, この3群の第1主成分 (Z_1) の値をみると, 体重と体各部位のどの部位が大きくなっても Z_1 を大きくする方向に働いているとみることができ, 生物学上では通常これらを大きさの因子 (size factor) とよんでいる。

つぎに, Z_1 と直交する座標軸のうち情報の最も大きい Z_2 の値をみるとその係数の符号が正, 負に分れた。すなわち, 正の係数が0.03から0.54, 負の係数が-0.01から-0.46の範囲を示した。

また, この3群の主成分生成を体重を除いた形で分析すると a, b, c となり, I 群, II 群の体重, 体各部位の係数符号は変らなかったが, III 群の体重, 体高, 十字部高, 体長と管囲の係数は負となり, I 群, II 群, III 群を通じて体高, 十字部高等は負の係数, 胸幅, 腰角幅等は正の係数をとることが認められた。

このように第2主成分は体の長さに関与する部位で負, 体の幅等に関与する部位で正の係数をとることから, 牛体の主要な体型特性を説明するもので形の因子 (shape factor) であると推察された。

この点に関して松川¹⁶⁾ は日本短角種雌牛の第2主

成分は体高, 十字部高, 体長と胸深において負, 胸幅, 体重, 胸囲と座骨幅において正の係数をとることを報告している。

また, 一般的に体長, 胸囲と体重等の形質は正, 負両者の符号をとる場合の多いことが認められている。⁶⁾⁸⁾

第1と第2主成分の分散, $\lambda_1 + \lambda_2$ は I 群において $7.00 + 1.38 = 8.38$, II 群が $5.72 + 1.66 = 7.38$, III 群が $5.09 + 1.90 = 6.99$ となり, $Z_{1,2}$ の分散の総分散に対する割合 (寄与率) は I 群が69.8%, II 群が61.5%, III 群が58.2% となり全体の情報量の60~70%を説明していることが認められた。

つぎに, 因子負荷量を計算して図1, 図2, 図3に示した。

図1~3から, 体重と体格11部位の情報量は第1と第2主成分で60~70%説明するところから, 各部位ごとの重みをみると, 3群に共通して体高(1), 十字部高(2)の打点位置は Z_1, Z_2 軸上で最も円弧に近かく第1と第2主成分でよく説明されることが認められた。

つぎに3群に共通して説明割合の高かったのは体重(2)と胸囲(3)で他部位の説明割合は低いものであるこ

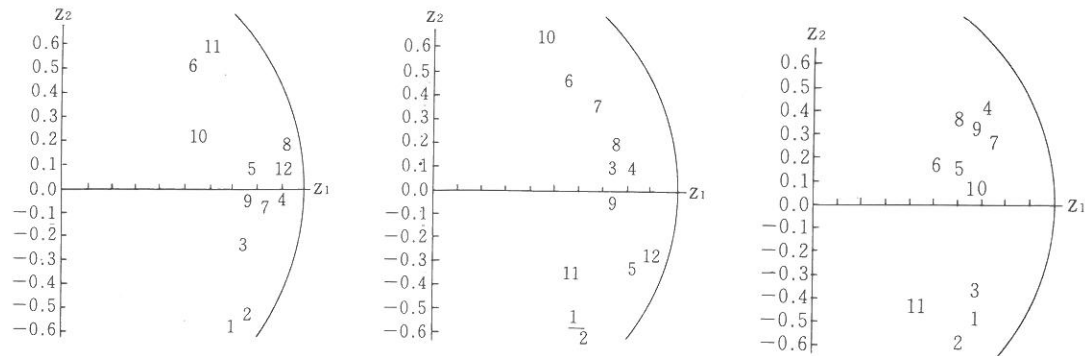


図1 輸入雌牛 (I群) の因子負荷量 図2 輸入雌牛 (II群) の因子負荷量 図3 輸入雌牛 (III群) の因子負荷量 (体重を除く)

とが認められた。

輸入雌牛の各個体の主成分スコアを求めI群とII

群, I群とIII群, II群とIII群という対比で分類の妥当性について散布図から検討した。

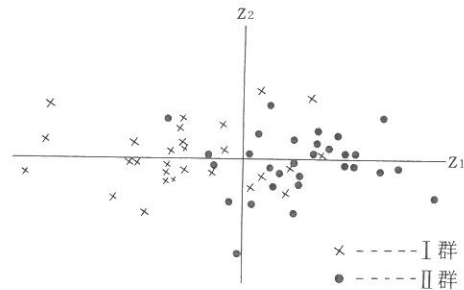


図4 輸入雌牛の主成分スコアの散布図

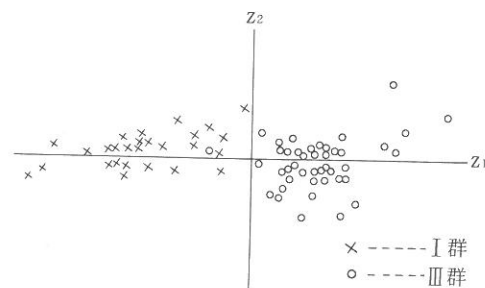


図5 輸入雌牛の主成分スコアの散布図

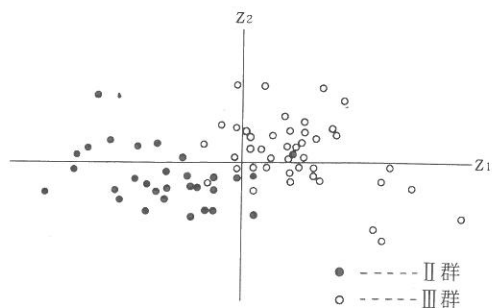


図6 輸入雌牛の主成分スコアの散布図

いま, I群とII群間を対比するとII群の打点はZ₁軸上で正の方向に多く, I群は負の方向に多く散布した。

しかし, I群の7個体は正, II群の5個体は負の方向に散布し, Z₁, Z₂軸の原点付近では打点が混在した。Z₂軸上ではI群, II群の散布傾向に差を認めなかった。

I群とIII群の対比ではIII群の打点はZ₁軸上で正の方向に散布しI群はすべて負の方向に散布した。III群で負の打点を示したのは1個体のみであった。

つぎに, Z₂軸上の打点をみるとI群のスコアは正, 負ともに大きな値がなくZ₂軸上の原点付近に散布し

た。しかし, III群の個体は幅広く散布し体型上の変異がI群より大きいものと推察された。

II群とIII群の対比ではIII群のZ₁軸上の打点は正の方向に多く散布し, II群の打点は負の方向に多かった。III群で負の打点を示したのは7個体, II群では正の打点を示したのは2個体であった。

Z₂軸上からみるとII群はZ₂軸に近かく散布し, III群は幅広く散布した。

このことからI群とII群間, I群とIII群間, II群とIII群間では体の大きさの面で異なり, とくに, I群と

III群間ではその差が大きかった。

しかし, I群, II群とIII群のスコアのZ₂軸に対する散布傾向をみると, それぞれ正, 負均等に散布し, III群では個体により体型変異の大きいことを認めるが, 群間ではとくに差がないものと考えられた。

2 生産雌牛の牛体特性値の評価

生産雌牛のI群, II群とIII群における生時から18か月齢までの体重と体格11部位に関する分析結果は表4, 表5, 表6に示した。

表4 生産雌牛 (I群) の固有値, 固有ベクトル

部位	月齢		0		1		3		6		8		12		18	
	分析値		PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
x ₁ (体 高)			0.09	0.46	0.31	-0.28	0.32	-0.16	0.28	-0.39	0.26	0.46	0.26	-0.49	0.30	-0.44
x ₂ (十字部高)			0.12	0.58	0.31	-0.31	0.31	-0.16	0.29	-0.42	0.28	0.47	0.29	-0.44	0.31	-0.31
x ₃ (体 長)			0.35	0.05	0.29	-0.30	0.29	-0.34	0.28	-0.29	0.31	0.24	0.28	-0.19	0.31	-0.17
x ₄ (胸 囲)			0.28	0.26	0.31	-0.08	0.32	-0.20	0.33	0.18	0.34	-0.19	0.32	-0.03	0.34	0.04
x ₅ (胸 深)			0.34	0.07	0.29	0.14	0.26	0.22	0.30	0.07	0.30	-0.02	0.29	-0.09	0.29	-0.17
x ₆ (胸 幅)			0.27	-0.19	0.25	0.23	0.21	0.52	0.25	0.29	0.25	-0.18	0.25	0.03	0.23	0.30
x ₇ (尻 長)			0.32	-0.22	0.28	0.44	0.29	0.17	0.27	0.31	0.30	0.28	0.30	0.15	0.30	0.08
x ₈ (腰角幅)			0.37	-0.25	0.33	0.13	0.32	0.08	0.30	0.20	0.32	-0.06	0.33	0.13	0.28	0.31
x ₉ (腹 幅)			0.39	-0.01	0.26	0.08	0.29	-0.15	0.29	0.30	0.28	-0.24	0.28	0.33	0.29	0.35
x ₁₀ (座骨幅)			0.36	-0.14	0.22	0.51	0.19	0.59	0.21	0.50	0.21	-0.42	0.23	0.56	0.19	0.55
x ₁₁ (管 囲)			0.18	0.33	0.23	0.37	0.23	-0.25	0.26	-0.17	0.17	-0.46	0.23	0.14	0.18	0.45
x ₁₂ (体 重)			0.07	0.27	0.29	-0.38	0.31	-0.13	0.33	-0.15	0.34	-0.01	0.33	-0.01	0.33	0.28
λ _k (固有値)			4.23	1.91	6.48	0.97	7.23	0.89	6.89	0.91	6.51	1.24	6.92	0.78	5.86	1.25
c ₁ (寄与率) (%)			35.2	16.0	54.8	7.4	60.2	7.5	57.4	7.6	54.2	10.4	57.7	7.8	48.8	10.5
c ₁ +c ₂ (累積寄与率) (%)			35.2	51.2	54.8	62.2	60.2	67.7	57.4	65.0	54.2	64.6	57.7	65.5	48.8	59.3

注 PC1: 第1主成分係数, PC2: 第2主成分係数

いま, 生産雌牛の第1主成分についてみると, 3群のすべての部位において0.03から0.41の範囲を示し0.3前後の正の係数が認められた。この第1主成分の値は群間にはとくに差がなく, 同一月齢内の体重と体各部位間にはわずかに係数の大小が認められた。しかし, 総体として輸入雌牛の場合と変わらず大きさの因子と推察された。

つぎに第2主成分の値をみても輸入雌牛の場合と変わらず体高, 十字部高等が負の係数, 胸幅, 腰角幅等が正の係数をとることが多かったが, 生時から8か月齢までの若月齢においては体格測定誤差が多いためか体

高と十字部高で正, 胸幅, 腰角幅等で負の係数をとる場合も認められた。

I群の生時から18か月齢までの第1主成分の固有値(λ₁)は4.23から7.23, 第2主成分の固有値(λ₂)は0.78から1.91となり, 第1主成分の分散量は63.0%, 第2主成分の分散量は12.6%で75.6%の情報量をもつことが認められた。第1と第2主成分の分散量の総分散に対する割合(累積寄与率)は62.3%となった。

II群の場合も第1と第2主成分の分散量は86.2%となり, 累積寄与率は71.9%, III群の第1と第2主成分

表5 生産雌牛(Ⅱ群)の固有値, 固有ベクトル

部位	分析値	月齢 0		1		3		6		8		12		18	
		PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
x ₁ (体高)		0.22	0.55	0.28	-0.50	0.29	0.17	0.25	-0.51	0.27	-0.38	0.26	-0.42	0.29	-0.36
x ₂ (十字部高)		0.25	0.55	0.31	-0.33	0.31	0.03	0.29	-0.36	0.30	-0.27	0.28	-0.37	0.30	-0.18
x ₃ (体長)		0.28	-0.17	0.30	-0.04	0.30	0.06	0.30	-0.28	0.30	-0.07	0.30	0.11	0.29	-0.19
x ₄ (胸囲)		0.30	-0.02	0.30	-0.24	0.31	0.11	0.33	-0.26	0.32	-0.03	0.30	-0.13	0.31	0.02
x ₅ (胸深)		0.32	-0.06	0.28	0.16	0.27	-0.28	0.30	-0.04	0.30	0.12	0.30	0.18	0.30	-0.03
x ₆ (胸幅)		0.23	-0.37	0.23	0.10	0.20	-0.67	0.05	0.18	0.25	-0.37	0.25	0.38	0.26	0.12
x ₇ (尻長)		0.28	-0.04	0.29	0.11	0.28	-0.01	0.29	0.14	0.29	0.22	0.29	0.14	0.29	-0.03
x ₈ (腰角幅)		0.32	-0.01	0.31	0.23	0.30	-0.13	0.30	0.20	0.30	0.22	0.30	0.11	0.29	0.09
x ₉ (腕幅)		0.35	-0.06	0.31	0.08	0.30	-0.08	0.27	-0.07	0.31	0.09	0.30	0.19	0.28	0.38
x ₁₀ (座骨幅)		0.32	-0.36	0.25	0.55	0.23	-0.58	0.20	0.67	0.20	0.70	0.23	0.62	0.22	0.77
x ₁₁ (管囲)		0.24	0.01	0.25	0.28	0.27	-0.09	0.27	0.16	0.25	-0.02	0.25	-0.10	0.24	0.11
x ₁₂ (体重)		0.25	0.24	0.28	-0.27	0.32	0.16	0.33	0.07	0.29	-0.09	0.32	-0.04	0.33	-0.14
λ _k (固有値)		5.18	1.51	7.56	0.97	7.38	1.00	7.95	1.08	8.20	1.07	8.46	1.11	8.15	0.80
c ₁ (寄与率)(%)		43.2	12.5	63.0	8.1	61.5	8.3	66.3	9.0	68.4	8.9	70.5	9.2	67.9	6.7
c ₁ +c ₂ (累積寄与率)(%)		43.2	55.8	63.0	71.1	61.5	69.8	66.3	75.3	68.4	77.3	70.5	79.7	67.9	74.7

注 PC1: 第1主成分係数, PC2: 第2主成分係数

表6 生産雌牛(Ⅲ群)の固有値, 固有ベクトル

部位	分析値	月齢 0		1		3		6		8		12		18	
		PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
x ₁ (体高)		0.25	-0.41	0.29	0.27	0.29	0.03	0.34	-0.08	0.29	-0.35	0.29	-0.38	0.31	-0.53
x ₂ (十字部高)		0.31	-0.23	0.30	0.15	0.31	0.16	0.33	-0.16	0.34	-0.03	0.19	-0.47	0.35	-0.38
x ₃ (体長)		0.35	-0.02	0.30	-0.28	0.22	-0.48	0.21	0.47	0.26	-0.09	0.04	0.51	0.13	-0.42
x ₄ (胸囲)		0.22	0.47	0.28	-0.40	0.31	0.02	0.33	0.10	0.28	0.32	0.41	-0.04	0.31	0.27
x ₅ (胸深)		0.16	0.56	0.29	-0.20	0.30	-0.05	0.19	0.34	0.32	-0.27	0.35	-0.05	0.38	0.11
x ₆ (胸幅)		0.10	-0.07	0.27	0.31	0.28	0.37	0.28	0.10	0.28	0.34	0.26	0.30	0.36	0.10
x ₇ (尻長)		0.34	-0.06	0.28	0.13	0.32	-0.11	0.33	0.07	0.32	-0.22	0.40	-0.02	0.24	0.45
x ₈ (腰角幅)		0.32	0.05	0.27	-0.14	0.28	-0.33	0.28	-0.34	0.18	0.51	0.14	0.29	0.31	0.11
x ₉ (腕幅)		0.35	-0.01	0.28	-0.30	0.32	-0.01	0.29	0.30	0.30	0.03	0.33	0.21	0.36	0.09
x ₁₀ (座骨幅)		0.21	-0.40	0.25	0.61	0.15	0.67	0.03	0.62	0.27	-0.13	0.18	0.02	0.10	0.40
x ₁₁ (管囲)		0.30	0.22	0.27	0.02	0.26	-0.05	0.32	-0.18	0.29	-0.20	0.09	-0.15	0.14	-0.07
x ₁₂ (体重)		0.34	0.01	0.31	-0.03	0.31	-0.00	0.31	-0.20	0.24	0.43	0.41	-0.20	0.38	-0.01
λ _k (固有値)		7.08	1.48	8.10	0.82	8.06	1.47	7.77	2.06	7.30	2.18	5.46	2.05	6.12	2.34
c ₁ (寄与率)(%)		59.0	20.6	84.5	6.8	75.5	12.3	64.7	17.1	60.8	18.2	45.5	25.4	51.0	19.5
c ₁ +c ₂ (累積寄与率)(%)		59.0	79.6	84.5	91.4	75.5	87.8	64.7	81.9	60.8	79.0	45.5	71.0	51.0	70.6

注 PC1: 第1主成分係数, PC2: 第2主成分係数

の分散量は87.9%, 累積寄与率は80.1%で, 3群の体重と体格11部位のもつ情報がよく説明され寄与率も高かった。

つぎに因子負荷量を図7, 図8と図9からみると, Z₁軸上では3群を通じて体高(1), 十字部高(2)の打点が最も円弧に近い位置をとり第1と第2主成分でよく

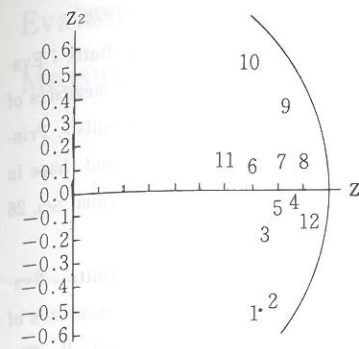


図7 生産雌牛(Ⅰ群)の因子負荷量(12か月齢)

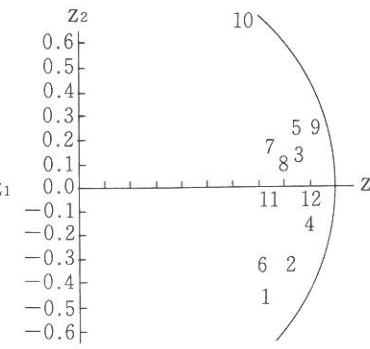


図8 生産雌牛(Ⅱ群)の因子負荷量(12か月齢)

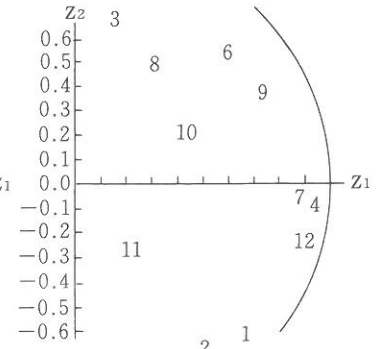


図9 生産雌牛(Ⅲ群)の因子負荷量(12か月齢)

説明されることが認められた。つぎに説明割合の高かったのは胸囲(4), 体重(12)と腕幅(9)であった。Ⅰ群とⅡ

群を通じて比較的説明割合の高かったのは座骨幅(10)であるが, 他部位の説明割合は低かった。

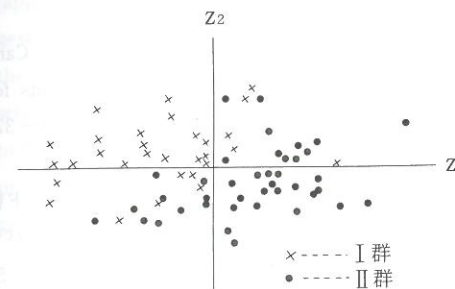


図10 生産雌牛の主成分スコアの散布図

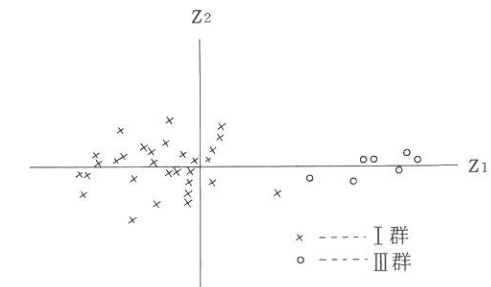


図11 生産雌牛の主成分スコアの散布図

生産雌牛の主成分スコアを図10, 11と図12からみると, Ⅰ群とⅡ群間ではⅡ群のスコアがZ₁軸上で正の方向, Ⅰ群のスコアは負の方向に多く散布した。しかし, Ⅰ群では5個体が正, Ⅱ群では10個体が負のスコアとなった。Z₂軸上ではⅠ群の打点が正の方向, Ⅱ群の打点が負の方向に多く散布し, Ⅰ群は体格的にⅡ群より小さいが肥り具合の良いことが認められた。

これに対しⅠ群とⅢ群間ではⅢ群の打点がすべて正の方向, Ⅰ群の打点は負の方向に多く散布し6個体が正の打点となった。また, Z₂軸上ではⅠ群とⅢ群の打点が正, 負均等に散布した。

以上から, Ⅰ群とⅢ群の牛体の大きさは明らかに異

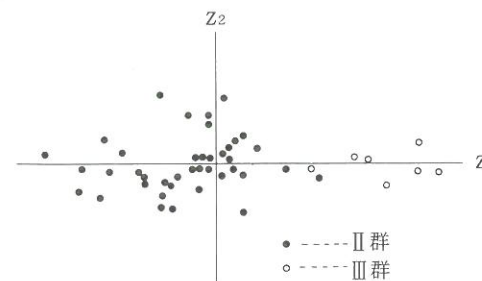


図12 生産雌牛の主成分スコアの散布図

なり、肥り具合等については両者間にあまり差のないものと推察された。

この結果、ヘレフォード輸入雌牛と生産雌牛の牛体の大きさについては導入年度により差があり、主成分スコアによる対象分類からⅠ群とⅢ群間の体格差は大きいことが認められた。

しかし、体型(形)については3群間にとくに差がないものと推察された。

これを既往の成果と比較すると Brown ら^{9) 10)} Brown ら^{1) 2)}の報告は分析対象が雄育成牛であったが主成分係数の値は本報告とよく一致した。

また、Carpenter ら¹²⁾、富樫¹³⁾の報告もおおむね本報告に近いものであった。

また、今後問題として残される繁殖用牛の適格性については肥育素牛の産肉性調査等から早急に検討することが必要と考えられる。

文 献

- 1) Taylor, St. C. S. : The effect of body size on production efficiency in cattle. *Ann. Genet. Sel. anim.* 3 : 85-98 (1971)
- 2) Klosterman, E. W. : Beef cattle size for maximum efficiency. *J. Anim. Sci.* 5 : 875-880 (1972)
- 3) Gregory, K. E. : Beef cattle type for maximum efficiency "putting it all together." *J. Anim. Sci.* 34 : 881-884 (1972)
- 4) Hedrick, H. B. : Beef type and body composition for maximum efficiency. *J. Anim. Sci.* 34 : 870-873 (1972)
- 5) Kress, D. D., E. R. Hauser and A. B. Chapman : Efficiency of production and cow size in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 29 : 373-383 (1969)
- 6) 芳賀敏郎・橋本茂司 : 回帰分析と主成分分析, 日科技連出版, 東京 (1980)
- 7) 奥野忠一 : 応用統計ハンドブック編集委員会編, 応用統計ハンドブック, 養賢堂, 東京 (1980)
- 8) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉沢 正 : 多変

量解析法, 日科技連出版社, 東京 (1978)

- 9) Brown, J. E., C. J. Brown and W. T. Butts : Evaluating relationships among immature measures of size, shape and performance of beef bulls. I. Principal components as measures of size and shape in young Hereford and Angus bulls. *J. Anim. Sci.* 26 : 1010-1020 (1973)
- 10) Brown, C. J., J. E. Brown and W. T. Butts : Evaluating relationships among immature measures of size, shape and performance of beef bulls. II. The relationships between immature measures of size shape and feedlot traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.* 36 : 1021-1031 (1973)
- 11) Brown, J. E., C. J. Brown and W. T. Butts : Evaluating relationships among immature measures of size, shape and performance of beef bulls. III. The relationships between postweaning test performance and size and shape at twelve month. *J. Anim. Sci.* 37 : 11-17 (1973)
- 12) Carpenter, J. A., Jr. H. A. Fitzhugh, T. C. Cartwright, R. C. Thomas : Principal components for cow size and shape. *J. Anim. Sci.* 46 : 370-374 (1978)
- 13) 富樫研治・横内園生・針田博文 : ヘレフォード種の生時から24ヵ月齢までの発育に関する遺伝パラメータの推定, 北農試研究報告, 135 : 37-52 (1982)
- 14) 細野信夫・荘司 勇 : 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, 新得畜試研究報告, 12号 : 1-6 (1982)
- 15) 細野信夫・光本孝次・鈴木三義 : 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, 新得畜試研究報告, 13号 : 1-10 (1983)
- 16) 松川 正 : 和牛の選抜方法に関する研究, 東北農試研究報告, 45号 : 117-170 (1973)

Evaluation of Body Characteristics Using the Weight and Measurements of Several Parts of Hereford Female by Principal Component Analysis

Nobuo HOSONO

Imported Hereford cows were divided into I group 27 (1961-1963), II group 30 (1968-1972), III group 43 (1979-), total 100 head based on the year they were introduced, and domestic cows (The offspring of the imported cows) at Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station were divided as well into I group 108, II group 81, III group 7, total 196 head.

Principal component analysis using measurement of eleven parts of animals was done on the imported cows at the age of 36 months, and on the domestic cows at the ages of birth time, 1, 3, 6, 8, 12 and 18 months for a total of seven times to evaluate the body characteristic using.

Coefficient of the first principal component was consistently positive within similar magnitude (approximately 0.3) in all parts for both imported and domestic groups. These consistent results suggests that the first principal component was the size factor, and there was a negative coefficient of the second principal component for wither height, hip height etc, and positive coefficient for chest width, hip width etc the vector differed. These consistent results show the second principal component to be the shape factor. Factor loading of wither height and hip height was consistently shown by first principal component and second principal component, and the next most consistent parts were heart girth and weight.

In the scatter diagram of principal components, the sizes of both imported and domestic cows in group III were recognized to be specifically larger than group I and II, but body volumes were not different between group III and group I, II.

From these results, it can be shown that the sizes of imported and domestic cows were divided by year of importation, and the volume shapes were not divided.

—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

Effect of Cutting Length of Corn Silage
on Rumen Fermentation by CowKentaro DEOKA, Takeshi BANDO*, Masahiro OKAMOTO
and Satoshi HARA

緒 言

とうもろこしサイレージの子実には易発酵性のでんぷんが多量に含まれている。切断長の短い場合には、子実の破碎により表面積が増すので、でんぷんは微生物による発酵を受けやすくなり、採食後の第一胃発酵が急速に起こるが、一方、反芻時間は減少する^{1,2)}ので、第一胃内の恒常性を保つ上で重要な役割を演じている唾液の分泌は減少すると考えられる。したがって、切断長の違いが第一胃発酵に影響を及ぼすことが予測される。

本報では、設定切断長の異なるとうもろこしサイレージを乳牛に給与し、第一胃内容液のpH、アンモニア態窒素(NH₃-N)、揮発性脂肪酸(VFA)を測定した。

材 料 と 方 法

供試した乳牛およびとうもろこしサイレージは既報³⁾と同一のものである。すなわち、第一胃フィステルを装着したホルスタイン乾乳牛3頭および設定切断長4.8、9.5および25.4mmで収穫、調製した3処理のとうもろこしサイレージである。1期14日間の3×3ラテン方格法により試験を実施した。サイレージの給与量は乾物で体重の0.9%とし、1日2回、9時と17時に半量ずつ給与した。水と固型塩は、第一胃内容物採取日以外は自由摂取させた。第一胃内容物は各期最終日の8、10、11、12、14および16時に第一胃フィステルから採取した。直ちに4重のガーゼで濾過しpHを測定した後、NH₃-NおよびVFAの分析用として凍結

*現在 道立根釧農業試験場

保存した。pHおよびVFAの定量は既報³⁾と同様であり、NH₃-Nの定量は水蒸気蒸留法⁴⁾により行なった。

結 果 と 考 察

各サイレージ給与時における第一胃内pHの経時的変化を図1に示した。いずれもサイレージ給与後低下し、3時間後に最低値となり、その後上昇する傾向を示した。各測定時間とも処理間に有意差は認められなかった。

第一胃内NH₃-N濃度の経時的変化を図2に示した。いずれも給与後1時間で最高値に達した後に低下した。給与後1および2時間で、4.8mm区のNH₃-N濃度が高い傾向はあったが、処理間に有意差は認められなかった。

第一胃内VFA濃度の経時的変化を図3に示した。VFA濃度は採食後上昇し、2~3時間後に最高値となり、その後低下した。各測定時間とも処理間に有意差は認められなかった。

VFAモル比の経時的変化を図4に示した。プロピオン酸については、採食後1時間目に9.5mm区のモル比は22%で、25.4mm区の16%より有意に高かった(P<0.05)。しかし、プロピオン酸のその他の測定時間について、また、酢酸、酪酸についても、処理間に有意差は認められなかった。各VFAモル比の経時的変化はいずれも大きなものではなかった。

以上のように、本試験では、とうもろこしサイレージの切断長が第一胃内のpH、NH₃-N濃度、VFAの濃

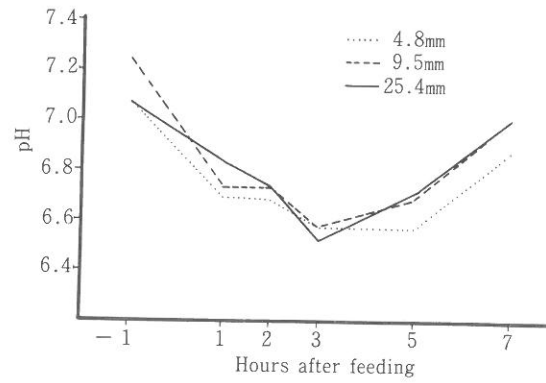


Fig. 1 The pH of rumen liquor of fistulated cows fed three cuts of corn silage

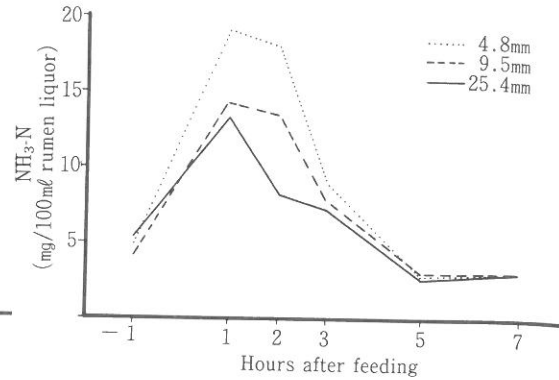


Fig. 2 Concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ in rumen liquor of fistulated cows fed three cuts of corn silage



Fig. 3 Concentration of total volatile fatty acids in rumen liquor of fistulated cows fed three cuts of corn silage

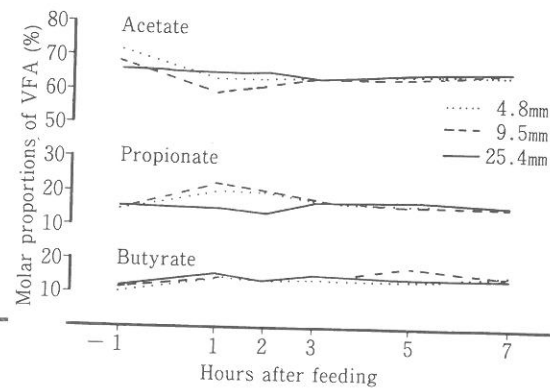


Fig. 4 Molar proportions of the total volatile fatty acids in rumen liquor of fistulated cows fed three cuts of corn silage

度およびモル比に及ぼす影響は明確でなかった。奥野ら⁵⁾も、切断長11, 23および45mmで同様の結果を得ている。

しかし、GEASLER and HENDERSON⁶⁾は、切断長19mmは9mmに比較して第一胃内VFA濃度の低いことを示している。また、SUDWEEKS et al.⁷⁾は、切断長19.1mmのVFA濃度が最も低く、次いで6.3mm, 12.7mmの順に高くなると報告している。

粗剛な飼料では、咀嚼時間が長くなり多量の唾液が分泌され、この希釈効果および後部消化管への流出速度の増大のため、第一胃内VFA濃度が低くなると考えられている⁸⁾。とうもろこしサイレージでも切断長の長いほうが、反芻時間の長くなることが報告されており^{1,2)}、このような効果が起こるものと推測され

る。一方、切断長の短い場合には、子実片表面積の増大によりでんぷんの利用性が高まり急速な発酵を起こすと考えられる。このことは、既報³⁾で、切断長の短いほうが粗繊維消化率が低下し、いわゆるでんぷん減退を呈していたことによってもうかがえる。

本試験では、黄熟初期に調製した、でんぷん含量の比較的少ないとうもろこしサイレージを供試しており³⁾、熟期の進んだものについてさらに検討を加える必要がある。

文 献

1) 岡本全弘・出岡謙太郎・坂東 健：とうもろこしサイレージの切断長が乳牛の反芻行動に及ぼす影響。新得畜試研究報告, 10: 33-36 (1979)

- 2) 岡本全弘・出岡謙太郎・坂東 健：とうもろこしサイレージの切断長が乳牛とめん羊の反すう行動に及ぼす影響。日本畜産学会北海道支部会報, 25: 20 (1982)
- 3) 出岡謙太郎・坂東 健・岡本全弘・原 悟志：とうもろこしサイレージの切断長がめん羊と乳牛による消化率に及ぼす影響。新得畜試研究報告, 14: 15-20 (1985)
- 4) 浜田竜夫：動物栄養試験法 (森本宏監修)。初版, 428-431, 養賢堂, 東京, (1971)
- 5) 奥野裕史・岡本明治・吉田則人：とうもろこしサイレージの切断長の違いが乳牛の消化性に及ぼす影響について。北海道草地研究会報, 16: 107-

110 (1982)

- 6) GEASLER, M. R. and H. E. HENDERSON: Corn silage maturity, finess of chop and metabolic parameters. J. Anim. Sci. (Society Proceedings), 31: 242 (1970)
- 7) SUDWEEKS, E. M., L. O. ELY and L. R. SISK: Effect of particle size of corn silage on digestibility and rumen fermentation. J. Dairy Sci., 62: 292-296 (1979)
- 8) SUDWEEKS, E. M.: Chewing time, rumen fermentation and their relationship in steers as affected by diet composition. J. Anim. Sci., 44: 694-701 (1977)

—短 報—

非線形発育モデルの当てはめによるホルスタイン雌牛の副次部位の発育様相把握

西村和行・峰崎康裕*・塚本 達*

The Fitting of the Nonlinear Growth Models for Describing Growth Patterns of Body Measurements in Holstein Females

Kazuyuki NISHIMURA, Yasuhiro MINEZAKI* and Tatsushi TSUKAMOTO*

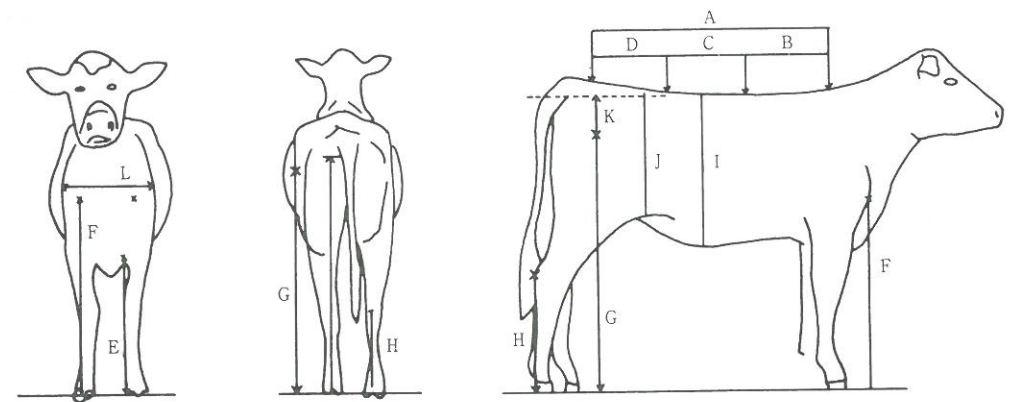
緒 言

乳牛用では体格と産乳能力の関連性が大きくないという指摘^{1,2,3)}がある。一方、成長過程における体格は、将来の体格の予測に重要であり、若齢時選抜の主たる指標となり得る。本来、発育とは連続的なものであり、発育測定値は個体の発育様相を示す情報の一部分にすぎない。そこで、発育様相を表わす形質が育種的選抜指標となり得るか否かを考慮する必要がある⁴⁾。著者ら⁵⁾はすでに乳牛用体格の一般的12部位についての発育基準を検討したが、巷説には脊線、特に腰

長（二の脊）および仙長（三の脊）など体格部位の均り合いと生産性の関連性を云々する向きがある。そこで、本報告では、今後、それらの関連性を検討する資料とするため体格部位の均り合いを表わす要因となる副次的部位の発育様相について検討を加えた。

材 料 と 方 法

材料は北海道立新得畜産試験場で昭和52年12月から昭和55年1月までに生産されたホルスタイン雌牛53頭



A: Topline length	G: Height of thurl
B: Back length	H: Height of hockpoint
C: Loin length	I: Belly depth
D: Sackrum length	J: Hip depth
E: Height of fore-flank	K: Rump depth
F: Height of shoulderpoint	L: Shoulder width

Fig. 1 Measurement points

*現在 道立根釧農業試験場

Table 1 Nonlinear growth functions

Function	Formula	Degree of maturity at birth	Inflection point
Brody	$Y_t = A(1 - Be^{-kt})$	$1 - B$	\sim
Logistic	$Y_t = A(1 + Be^{-kt})^{-1}$	$\frac{1}{1 - B}$	$\frac{1}{2}A$
Gompertz	$Y_t = Ae^{-Be^{-kt}}$	e^{-B}	$e^{-1}A$
von Bertalanffy	$Y_t = A(1 - Be^{-kt})^{-3}$	$(1 - B)^3$	$\frac{8}{27}A$
Richards	$Y_t = A(1 - Be^{-kt})^{-M}$	$(1 - B)^M$	$(\frac{M-1}{M})A$

Y = weight Y at time t in days
B = constant of integration
k = maturing rate

A = asymptote
e = exponent
M = inflection parameter

Table 2 Means and standard deviation for each month of age

Measurement	3 month	6 month	12 month	18 month	24 month	30 month	36 month
Topline length	72.9±3.3*	87.3±3.2	103.3±4.4	112.4±4.7	120.1±5.4	123.9±5.5	126.9±4.6
Back length	28.2±3.4	34.9±2.2	41.9±3.2	45.9±3.7	49.8±4.3	50.2±4.8	51.9±3.6
Loin length	24.1±3.0	27.8±2.0	32.1±2.3	34.2±2.5	35.8±3.0	39.0±3.2	38.9±2.9
Sackrum length	21.3±3.0	24.7±1.8	29.6±2.1	32.2±2.4	34.8±2.8	34.5±2.6	36.3±2.9
Hight of shoulderpoint	63.2±3.9	70.9±5.6	80.8±5.6	87.1±6.0	92.0±5.0	93.5±6.5	95.8±5.2
Height of fore-flank	48.5±5.1	53.9±3.0	58.7±2.3	60.7±2.8	62.8±2.6	63.4±2.8	65.3±3.5
Height of thurl	85.0±2.7	96.7±4.8	107.4±4.6	114.5±4.4	119.1±5.1	120.9±6.3	122.3±5.9
Hheight of hockpoint	42.7±2.8	47.5±3.3	50.9±2.7	52.7±3.4	53.7±3.0	54.7±3.3	54.8±3.4
Belly depth	48.7±2.5	58.3±2.8	67.0±2.7	72.2±3.1	78.6±3.4	80.3±3.7	81.8±3.3
Hip depth	39.8±1.9	45.7±2.0	53.0±2.2	57.4±2.6	61.4±3.3	61.2±2.8	61.6±2.5
Rump depth	11.5±1.5	13.4±1.3	15.7±2.0	17.7±1.7	19.8±2.0	20.4±2.1	20.3±2.0
Shoulder width	30.1±3.4	34.0±3.4	41.6±2.2	45.8±2.4	50.0±2.7	49.7±3.1	51.5±3.6

*: Standard deviation

の、3か月齢から36か月齢までの体格測定値を用いた。体格部位は、大きさを示すために一般的に用いられる12部位に対して、体型の要素となる体構成比率(いわゆる均り合い)を表わすために必要と思われる副次的な12部位(図1)を対象とした。測定月齢は3, 6, 12, 18, 24, 30および36か月であった。それら部位の測定は実測に困難を伴うため写真測定を行い、同時に撮影したスケールにより各々の測定値を求めた。この方法は著者ら⁶⁾が直接測定に困難な部位の測定方法として用いた方法である。發育様相把握のために使用した非線形發育モデルは表1に示した5種類である。計算は向井ら⁷⁾のプログラムにより北海道情報管理課 ACOS-4 を用いた。

各月齢における測定値と標準偏差は表2に示した。

結 果

適合した非線形發育モデルは、初期データの欠測および測定回数の制約から Gompertz および Bertalanffy モデルのみであった。そこで、この両モデルについて各部位ごとの適合個体数、發育様相質パラメータ(A, B, K)、残差平均平方(RMS)、寄与率(R²)、残差自己相関係数(r_A)および赤池⁸⁾の情報規準(AIC)を表3に示した。

RMS は、肩幅を除くすべての部位では Gompertz モデルが小さい値となり優れた適合を示した。両モデル間には、特に仙長(P<.10)および腋高(P<.25)

Table 3 Number of fitted size-age data for growth models, means for growth parameters and goodness of fit

Measurement	Model	No. of animals	Parameters			RMS ^{a)}	R ^{2b)}	r _A ^{c)}	AIC ^{d)}
			A	B	K				
Topline length	G ^{e)}	17(77.3) ^{g)}	132.72	.769	.086	9.67	98.28	-.37	20.87
	B ^{f)}	21(95.5)	131.70	.238	.081	9.96	98.15	-.32	21.76
Back length	G	8(36.4)	54.52	.783	.079	2.64	97.22	-.35	10.03
	B	18(81.8)	54.48	.307	.136	4.87	96.57	-.22	12.98
Loin length	G	11(50.0)	41.84	.625	.059	3.29	93.37	-.11	10.43
	B	16(72.7)	44.14	.211	.058	3.40	94.06	-.18	10.60
Sackrum length	G	10(45.5)	40.63	.770	.065	.89	97.83	-.26	.22
	B	20(90.9)	40.16	.245	.073	2.42**	94.77**	-.20	6.76*
Height of shoulderpoint	G	11(50.0)	106.76	.680	.079	8.08	95.89	-.26	18.24
	B	15(68.2)	110.54	.233	.061	9.12	96.10	-.22	18.78
Height of fore-frank	G	7(31.8)	69.27	.408	.071	1.08	97.63	-.28	4.66
	B	9(40.9)	69.30	.126	.137	1.79**	95.07*	-.24	7.27
Height of thurl	G	10(45.5)	126.96	.531	.089	6.98	97.46	-.16	17.71
	B	12(54.5)	124.57	.162	.106	8.67	96.43	-.09	19.37
Height of hockpoint	G	7(31.8)	59.89	.365	.062	1.26	95.91	-.12	4.06
	B	7(31.8)	58.87	.117	.095	1.47	92.97	-1.27	5.62
Belly depth	G	14(63.6)	84.30	.711	.087	5.82	96.87	-.26	16.74
	B	20(90.9)	84.53	.223	.088	7.17	96.65	-.22	18.25
Hip depth	G	7(31.8)	63.74	.666	.097	1.45	98.58	-.16	5.64
	B	10(45.5)	62.62	.198	.090	2.85	96.85	-.18	8.79
Rump depth	G	3(13.6)	21.54	.678	.056	.84	92.59	-.28	10.86
	B	17(77.3)	23.43	.281	.080	1.43	92.30	-.02	5.92*
Shoulder width	G	14(63.6)	52.82	.723	.082	2.79	96.47	-.19	10.29
	B	19(86.4)	54.50	.246	.085	2.63	96.95	-.20	10.17

a) RMS: Average residual mean squares

c) r_A: Residual auto-correlation coefficient

e) G: Gompertz growth model

g) Value in parentheses in fraction of fitted animals (%)

** : P < .10 * : P < .25

b) R²: Coefficient of determination

d) AIC: Akaike's information criterion

f) B: von Bertalanffy growth model

は有意な差があった。

R² は、腰長、肩端高および肩幅を除く部位で Gompertz モデルが大きい値となり優れた適合を示した。仙長(P<.10)および腋高(P<.25)では RMS と同様に有意差が示された。

AIC は、尻深(P<.25)および肩巾を除くすべての部位は、Gompertz モデルが小さい値となり優れた適合を示した。両モデル間には、特に仙長(P<.25)は有意差を示した。

r_A は、腰長、飛端高、腰深および肩幅で Gompertz モデル、その他の部位では、Bertalanffy モデルが優れた適合を示すが、いずれも有意な差は示されなかった。

モデル間の相異を各部位について図2~図13に示した。適合個体数およびその適合割合からは、表3に示すとおり Bertalanffy モデルがすべての部位で優れ

ていると思われるが、両モデルの最大値および最小値の範囲が大きく異なり、その範囲の大きい Bertalanffy モデルに適合する個体数が多くなったと考えられる。しかし、モデルのあてはまりの良さとしては、適合度の指標から総合的に判断すると Gompertz モデルがより適合すると思われる。なお、適合個体数に大きな差が生じたことは、測定誤差の大きさの測定時期による相違と、各部位の成長速度の違いに測定間隔が合致していないことによるものと推察された⁹⁾。

乳牛における副次的部位の發育様相把握には、今回の測定回数のような制約条件下では、Gompertz の非線形發育モデルの適用が示唆された。なお、今後、これらの發育様相質と泌乳能力の関係を検討する上で、適用の可能性が示唆された部位は、トップライン長、脊長、仙長、腋高、腕高、腹深および腰深等である。しかし、より明確な論議のためには、更に多量な

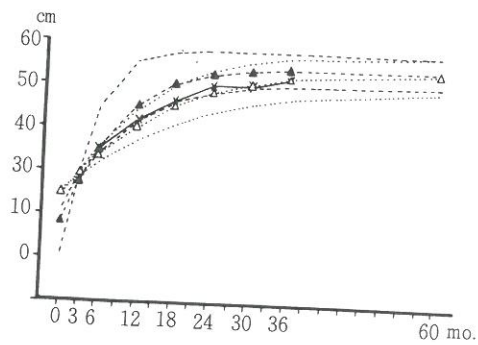


Fig. 2 Back Length

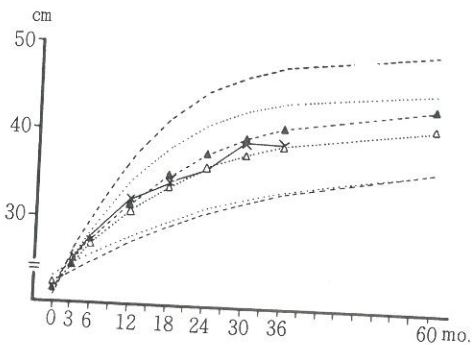


Fig. 3 Loin Length

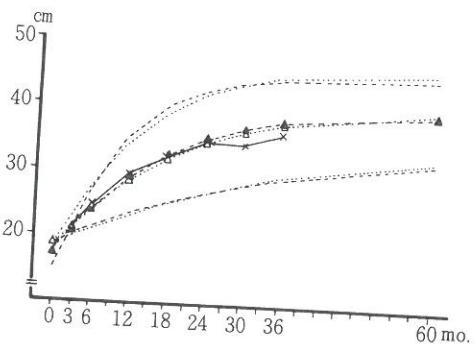


Fig. 4 Sacrum Length

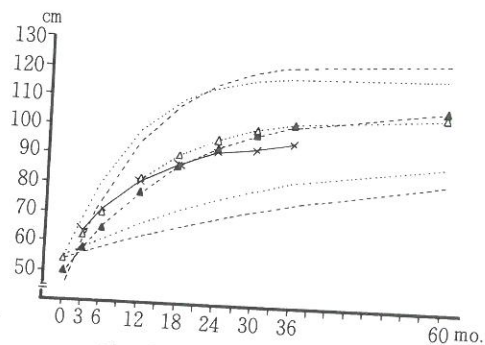


Fig. 5 Height of Shoulderpoint

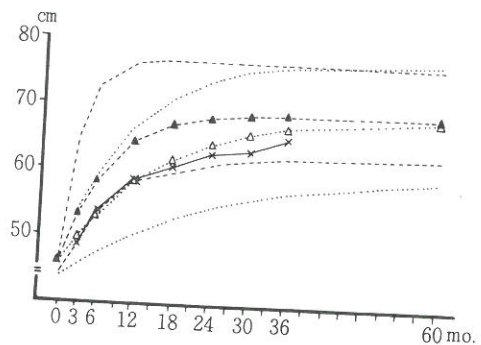


Fig. 6 Height of Fore-Flank

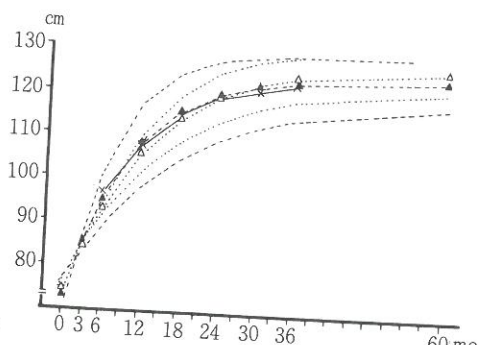


Fig. 7 Height of Thurl

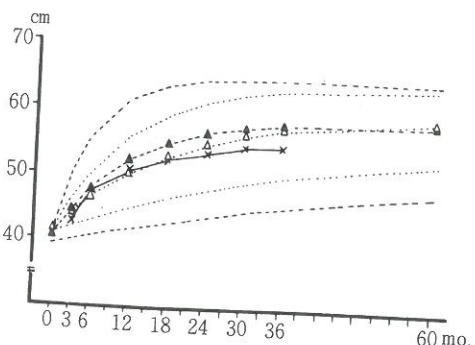


Fig. 8 Height of Hockpoint

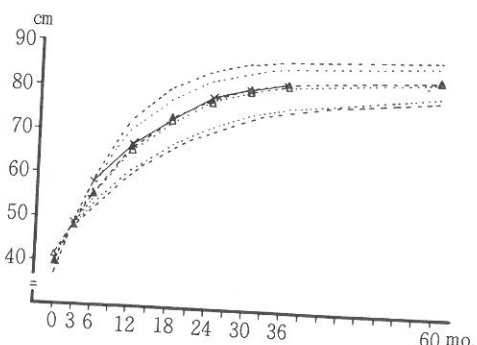


Fig. 9 Belly Depth

x—Real Data
Minimum
 Δ—Gompertz
Maximum
 ---Minimum
 ▲—Bertalan
Maximum

x—Real Data
Minimum
 Δ—Gompertz
Maximum
 ---Minimum
 ▲—Bertalan
Maximum

x—Real Data
Minimum
 Δ—Gompertz
Maximum
 ---Minimum
 ▲—Bertalan
Maximum

x—Real Data
Minimum
 Δ—Gompertz
Maximum
 ---Minimum
 ▲—Bertalan
Maximum

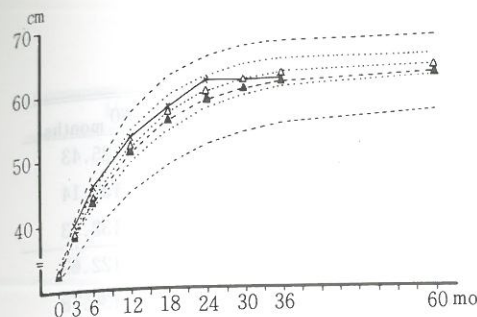


Fig. 10 Hip Depth

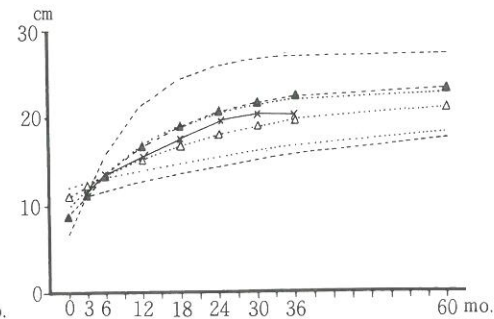


Fig. 11 Rump Depth

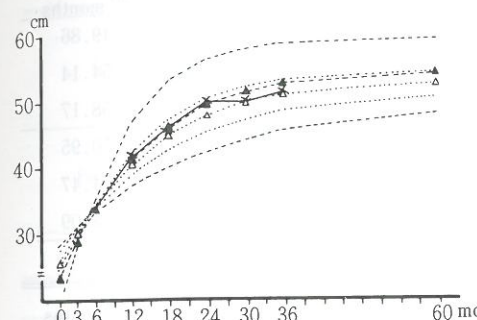


Fig. 12 Shoulder Width

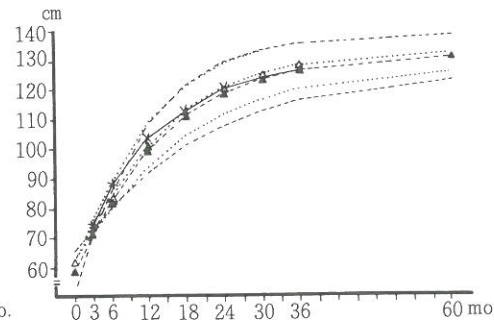


Fig. 13 Topline Length

x—Real Data
Minimum
 Δ—Gompertz
Maximum
 ---Minimum
 ▲—Bertalan
Maximum

x—Real Data
Minimum
 Δ—Gompertz
Maximum
 ---Minimum
 ▲—Bertalan
Maximum

データおよび発育初期の正確な情報が必要である。

文 献

- 1) GRANTHAM, Jr. K. A., J.M. WHITE and W.E. VINSON: Genetic Relationships between Milk Production and Type in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 57: 1483-1488. (1974)
- 2) HONNETTE, J. E., W. E. VINSON, J. M. WHITE and R. H. KLEWER: Prediction of Herdlife and Lifetime Production from Type in Holstein Cows. *J. Dairy Sci.*, 63: 816-824. (1980)
- 3) VAN VLECK, L. D., P. J. KARNER and G. R. WIGGANS: Relationships among Type Traits and Milk Yield of Brown Swiss Cattle. *J. Dairy Sci.*, 63: 120-132. (1980)
- 4) FITZHUGH, H. A. Jr.: Analysis of Growth Curves and Strategies for altering their Shape. *J. Anim. Sci.*, 42: 1036-1051. (1976)

- 5) 西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕: 各年代ごとの成長パターンとホルスタイン若齢雌牛の発育基準, 新得畜試研究報告, 11: 19-28, (1981)
- 6) 西村和行・峰崎康裕・塚本 達・曾根章夫・所和暢・南橋 昭: 乳牛の36か月齢までの発育及び初産次泌乳能力に関する遺伝パラメーターの推定, 日畜道支部会報, 26(1): 29, (1983)
- 7) 向井文雄・和田康彦: 発育記録に適合する非線形モデルの選択ならびにパラメーターの算出, 京大農学部家畜種学教室コンピュータプログラムライブラリー, No.1, (1980)
- 8) 赤池弘次: 情報量基準 AIC とは何か, 数理科学, 135: 5-11, (1976)
- 9) 向井文雄・和田康彦・並河 澄・棚瀬勝美: 黒毛和種雌牛の体測定値への非線形発育モデルの当てはめによる体格様相の把握. 日畜会報, 51(4): 247-255, (1980)

APPENDIX

Table 1 Topline length

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	61.71	70.91	79.32	93.41	103.89	111.33	116.46	119.93	125.43
Gompertz	61.51	73.23	83.80	100.82	112.61	120.30	125.16	128.15	132.14
Max.	61.18	75.63	88.50	108.39	121.17	128.83	133.23	135.72	138.53
min.	64.60	72.56	79.72	91.67	100.78	107.54	112.48	116.05	122.65
Bertalanffy	58.39	70.98	82.03	99.33	111.08	118.75	123.63	126.70	130.98
Max.	52.19	70.02	85.38	107.90	121.47	129.20	133.48	135.81	138.32

Table 2 Back length

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	25.75	28.92	31.80	36.74	40.60	43.49	45.60	47.12	49.86
Gompertz	24.92	29.38	33.46	40.21	45.09	48.43	50.64	52.06	54.14
Max.	23.95	29.98	35.33	43.97	49.75	53.33	55.46	56.70	58.17
min.	21.52	30.00	33.67	41.45	45.90	48.32	49.60	50.27	50.95
Bertalanffy	18.10	27.41	35.11	45.19	50.22	52.56	53.63	54.18	54.47
Max.	10.03	30.78	44.92	55.47	57.60	58.00	58.07	58.08	58.09

Table 3 Loin length

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	23.16	24.43	25.62	27.77	29.61	31.17	32.48	33.56	36.24
Gompertz	22.39	24.78	26.98	30.75	33.70	35.95	37.61	38.82	41.09
Max.	21.48	25.23	28.63	34.18	38.13	40.79	42.52	43.63	45.20
min.	22.10	23.50	24.81	27.16	29.15	30.82	32.22	33.37	36.24
Bertalanffy	21.65	24.57	27.21	31.65	35.05	37.59	39.45	40.80	43.30
Max.	20.67	25.55	29.88	36.74	41.46	44.56	46.54	47.80	49.57

Table 4 Sackrum length

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	18.58	19.84	21.05	23.27	25.22	26.91	28.35	29.56	32.66
Gompertz	18.81	21.57	24.13	28.56	32.01	34.57	36.43	37.73	40.00
Max.	18.70	23.34	27.59	34.43	39.06	41.98	43.73	44.76	46.02
min.	19.41	20.56	21.65	23.63	25.36	26.86	28.16	29.26	32.22
Bertalanffy	17.32	20.83	23.98	29.08	32.73	35.25	36.94	38.06	39.79
Max.	14.87	21.49	27.22	35.43	40.11	42.62	43.91	44.58	45.21

Table 5 Height of shoulderpoint

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	53.93	57.37	60.62	66.48	71.49	75.71	79.21	82.09	89.06
Gompertz	54.11	62.49	70.00	82.14	90.72	96.49	100.26	102.67	106.14
Max.	53.49	68.16	80.74	98.75	108.98	114.35	117.08	118.44	119.68
min.	54.23	56.44	58.55	62.52	66.14	69.42	72.38	75.04	83.13
Bertalanffy	49.95	57.89	65.12	77.29	86.60	93.48	98.48	102.06	108.52
Max.	44.35	60.08	73.91	94.76	107.79	115.46	119.85	122.31	125.11

Table 6 Height of fore-flank

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	43.58	45.55	43.77	50.37	52.79	54.68	56.15	57.27	59.67
Gompertz	46.07	49.81	53.05	58.17	61.79	64.28	65.96	67.09	68.87
Max.	47.99	54.02	59.06	66.47	71.09	73.87	75.50	76.44	77.57
min.	44.42	48.83	53.65	58.33	59.75	61.14	61.98	62.44	62.96
Bertalanffy	46.23	53.33	58.40	64.36	67.10	68.33	68.87	69.11	69.29
Max.	47.47	65.49	72.72	76.30	76.74	76.79	76.80	76.80	76.80

Table 7 Height of thurl

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	77.66	85.14	91.62	101.83	108.93	113.73	116.97	118.97	122.18
Gompertz	74.68	84.56	93.00	105.77	114.06	119.23	122.37	124.24	126.64
Max.	71.73	84.22	94.76	110.10	119.37	124.69	127.65	129.27	131.03
min.	76.62	83.39	89.23	98.45	104.99	109.56	112.71	114.86	118.44
Bertalanffy	73.23	85.48	95.20	108.40	115.84	119.91	122.09	123.25	124.46
Max.	69.68	88.27	101.84	117.64	124.64	127.62	128.87	129.39	129.75

Table 8 Height of hockpoint

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	40.89	42.08	43.18	45.15	46.82	48.25	49.44	50.45	53.04
Gompertz	41.57	44.24	46.58	50.37	53.16	55.17	56.60	57.61	59.37
Max.	42.01	46.55	50.34	55.89	59.38	61.50	62.76	63.50	64.41
min.	39.33	40.02	40.68	41.91	43.01	44.02	44.92	45.73	48.23
Bertalanffy	40.49	44.63	47.92	52.50	55.21	56.78	57.68	58.20	58.80
Max.	41.10	49.86	55.67	61.65	63.89	64.72	65.01	65.12	65.10

Table 9 Belly depth

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	42.52	47.98	52.93	61.18	67.31	71.70	74.76	76.85	80.26
Gompertz	41.42	48.76	55.29	65.62	72.65	77.18	80.00	81.72	83.98
Max.	40.29	49.66	57.86	70.18	77.79	82.19	84.63	85.97	87.39
min.	42.07	47.50	52.33	60.27	66.17	70.44	73.48	75.62	79.37
Bertalanffy	39.64	48.14	55.42	66.42	73.53	77.93	80.61	82.21	84.25
Max.	37.11	49.08	58.98	72.68	80.32	84.36	86.45	87.51	88.53

Table 10 Hip depth

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	33.40	38.28	42.58	49.38	54.04	57.10	59.06	60.28	61.97
Gompertz	32.74	38.72	43.90	51.73	56.71	59.70	61.44	62.44	63.61
Max.	32.07	39.22	45.29	54.08	59.24	62.08	63.59	64.38	65.17
min.	31.45	35.54	39.10	44.76	48.77	51.54	53.42	54.68	56.70
Bertalanffy	32.30	38.29	43.33	50.79	55.52	58.41	60.14	61.17	62.45
Max.	32.88	41.09	47.77	56.98	62.18	64.98	66.46	67.23	68.01

Table 11 Rump depth

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	11.99	12.51	13.00	13.92	14.75	15.48	16.14	16.71	18.35
Gompertz	10.93	12.14	13.26	15.22	16.80	18.03	18.96	19.66	21.03
Max.	9.93	11.95	13.79	16.82	18.98	20.42	21.34	21.92	22.71
min.	10.41	11.01	11.59	12.65	13.60	14.43	15.16	15.80	17.58
Bertalanffy	8.71	11.07	13.20	16.64	19.04	20.64	21.67	22.33	23.27
Max.	6.76	11.47	15.66	21.47	24.54	26.02	26.71	27.03	27.29

Table 12 Shoulder width

Model	0	3	6	12	18	24	30	36	60 months
min.	27.45	30.78	33.80	38.81	42.56	45.25	47.14	48.44	50.59
Gompertz	25.63	30.03	33.98	40.36	44.83	47.79	49.69	50.89	52.55
Max.	22.90	29.43	34.39	42.14	47.21	50.30	52.11	53.16	54.38
min.	28.56	31.01	33.24	37.02	40.01	42.34	44.12	45.47	48.27
Bertalanffy	23.33	28.85	33.69	41.18	46.18	49.37	51.36	52.58	54.20
Max.	18.30	27.49	35.46	46.72	52.96	56.19	57.80	58.60	59.31

—短 報—

ホルスタイン雌牛の発育様相形質と泌乳能力の関係

西村和行・塚本 達*・峰崎康裕*

Relationships between Growth Patterns and Milk Performance in Holstein Cows

Kazuyuki NISHIMURA, Tatsushi TSUKAMOTO* and Yasuhiro MINEZAKI*

緒 言

雌牛の成長過程においては、飼養条件のほかに妊娠、分娩および泌乳などの影響を受けるので、ある月齢での測定値によって発育様相を推定することは困難である。近年、肉用牛では発育様相を成熟値や成熟速度のような少数のパラメータに集約し^{1,2,3,4,5)}、これを発育様相形質として生産性との関連を検討した報告⁶⁾がある。一方、乳用牛では体格と乳量についての多変量解析⁷⁾、後継牛の予備選抜指標としての成長パターンの検討⁸⁾、体格と泌乳能力の関係^{9,10)}などが報告されているが、発育様相形質と生産性の関連はほとんど検討されていない。

本報告では、乳用雌牛の生時からの体格部位の測定値に非線形発育モデルをあてはめ、その適合性および発育様相形質と初産次泌乳能力との関係について予備的知見を得るための検討を行った。

材 料 と 方 法

材料は北海道立新得畜産試験場で昭和52年12月より昭和55年1月までに生産されたホルスタイン雌牛53頭の生時から60月齢までの体高、十字部高、坐骨高、体長、胸深、尻長、腰角幅、腕幅、坐骨幅、胸囲および体重の測定値を用いた。測定は、生時から36か月齢までは3か月間隔、その後60か月齢までは6か月間隔で行った。発育様相形質を把握するために使用した非線形発育モデルとその計算方法は前報¹¹⁾と同様である。

泌乳能力は初産次の305日間実乳量(Act. M.)と実FCM量(Act. FCM)、北海道の泌乳記録に対する年齢・分娩月補正係数¹²⁾による305日補正乳量(AD.M.)および補正FCM量(AD.FCM)さらに体重を取り込ん

*現在 道立根釧農業試験場

だ飼料利用性指数(FCM. I. = [FCM/(12×体重 + 2×FCM)] × 100)を検討した。遺伝パラメータは、種雄牛による一元分類分散・共分散分析法によって求めた。計算は、道庁総務部情報管理課 ACOS-4を用いた。

結 果 と 考 察

5種の非線形発育モデルの適合性を検討した結果、Richards モデルに対しては、生時から3か月齢までの初期発育記録が不十分であることから向井ら³⁾の結果と同様いずれの部位においても極めて適合個体数は少なかった。そこでRichards モデルを除いた4種の非線形発育モデルによる発育様相形質パラメータ(A, B, K)および適合性を判断する情報として、残差平均平方(RMS)、寄与率(R²)、残差自己相関係数(rA)および赤池の情報規準(AIC)を表1に示した。

成熟値(A)は、坐骨幅および体重を除いたすべての部位で有意にLogistic モデルが小さく、Brody モデルが大きかった。また、成熟速度(K)は、胸囲および体重を除いたすべての部位で有意にLogistic モデルが大きく、Brody モデルが小さかった。これらのことは、Logistic モデルでは発育初期を過大に推定し、Brody モデルは発育後期を過大に推定し得ることを示唆すると思われる。

RMS は、腕幅、坐骨幅および体重以外の部位では、Brody, Gompertz, Bertalanffy モデルが、体重では、Brody, Logistic, Gompertz モデルが各々有意に小さい値を示し、あてはまりの良さを示した。

R² は、体高、体長、腰角幅および腕幅で Brody, Gompertz, Bertalanffy モデルが、坐骨高、尻長および胸囲で Brody, Bertalanffy モデルが、体重では Brody,

Table 1 Means for growth parameters and residual squares for four growth models

Measurement	Model	Parameters			Residual mean squares	Coefficients of determination	Residual auto-correlation coefficient	AIC ¹⁾
		A	B	k				
Withers Height	Brody	143.91 ^c	.4644	.0949 ^a	2.1067 ^a	99.59 ^b	-.0809 ^{NS}	13.8672 ^a
	Logistic	141.55 ^a	.8082	.1400 ^d	3.8783 ^b	99.22 ^a	.1510 ^{NS}	22.6031 ^b
	Gompertz	142.49 ^b	.6089	.1173 ^c	2.8176 ^a	99.46 ^b	.0330 ^{NS}	17.0110 ^a
	Bertalanffy	142.90 ^b	.1850	.1097 ^b	2.5312 ^a	99.51 ^b	-.0342 ^{NS}	15.4013 ^a
Height of Hip Cross	Brody	142.86 ^b	.4449	.1097 ^a	2.1866 ^a	99.55 ^{NS}	-.0201 ^a	13.2458 ^a
	Logistic	141.16 ^a	.7617	.1573 ^d	3.6738 ^b	99.19 ^{NS}	.2075 ^b	21.8051 ^b
	Gompertz	141.88 ^b	.5766	.1329 ^c	2.8533 ^a	99.41 ^{NS}	.1034 ^a	16.9860 ^a
	Bertalanffy	142.17 ^c	.1759	.1250 ^b	2.5870 ^a	99.46 ^{NS}	.0777 ^a	15.3756 ^a
Height of Pin Bone	Brody	140.24 ^d	.4521	.1142 ^a	2.3644 ^a	99.50 ^b	-.0146 ^a	13.5765 ^a
	Logistic	138.53 ^a	.7823	.1641 ^d	4.2418 ^b	99.10 ^a	.1530 ^b	23.4313 ^b
	Gompertz	139.31 ^b	.5894	.1384 ^c	3.1298 ^a	99.33 ^a	.0733 ^a	18.7144 ^b
	Bertalanffy	139.58 ^c	.1794	.1302 ^b	2.8293 ^a	99.40 ^b	.0420 ^a	17.0750 ^a
Body Length	Brody	168.53 ^d	.5934	.0903 ^a	7.9269 ^a	99.25 ^b	.0081 ^a	32.1943 ^a
	Logistic	163.58 ^a	1.3155	.1570 ^d	16.6543 ^b	98.59 ^a	.2795 ^b	42.7065 ^f
	Gompertz	165.58 ^b	.8648	.1225 ^c	11.4423 ^a	99.02 ^b	.1516 ^b	37.4290 ^b
	Bertalanffy	166.49 ^c	.2529	.1115 ^b	10.0287 ^a	99.13 ^b	.0943 ^a	35.4290 ^b
Chest Depth	Brody	77.70 ^c	.6246	.0838 ^a	1.9200 ^a	99.31 ^d	.1306 ^a	9.5096 ^a
	Logistic	74.55 ^a	1.4817	.1540 ^d	3.8553 ^b	98.61 ^a	.2955 ^b	20.8744 ^b
	Gompertz	76.69 ^b	.9389	.1177 ^c	2.6637 ^a	99.05 ^b	.1968 ^a	15.3584 ^a
	Bertalanffy	76.23 ^b	.2717	.1062 ^b	2.2003 ^a	99.16 ^c	.1652 ^a	12.7344 ^a
Rump Length	Brody	55.91 ^d	.5968	.0823 ^a	1.0281 ^a	99.20 ^b	.1333 ^{NS}	2.7522 ^a
	Logistic	53.83 ^a	1.3473	.1460 ^c	1.6551 ^b	98.63 ^a	.1509 ^{NS}	9.3861 ^b
	Gompertz	54.59 ^b	.8808	.1133 ^b	1.2445 ^a	99.04 ^a	.1313 ^{NS}	5.1733 ^a
	Bertalanffy	54.94 ^c	.2572	.1027 ^a	1.1437 ^a	99.12 ^b	.1204 ^{NS}	4.0323 ^a
Hip Width	Brody	60.15 ^d	.7336	.0639 ^a	.8961 ^a	99.56 ^b	.1629 ^{NS}	2.0471 ^a
	Logistic	54.71 ^a	2.2543	.1500 ^d	2.7974 ^b	98.65 ^a	.4839 ^{NS}	17.1942 ^b
	Gompertz	56.37 ^b	1.2351	.1054 ^c	1.5365 ^a	99.25 ^b	.3294 ^{NS}	8.3179 ^a
	Bertalanffy	57.27 ^c	.3428	.0912 ^b	1.2300 ^a	99.40 ^b	.2670 ^{NS}	5.4129 ^a
Thurl width	Brody	52.53 ^c	.6057	.0841 ^a	.8937 ^{NS}	99.19 ^b	.0103 ^a	-.5794 ^a
	Logistic	50.53 ^a	1.3610	.1500 ^d	1.7259 ^{NS}	98.50 ^a	.2615 ^b	10.0287 ^c
	Gompertz	51.27 ^b	.8866	.1160 ^c	1.2267 ^{NS}	98.91 ^b	.1372 ^a	4.4927 ^b
	Bertalanffy	51.61 ^b	.2586	.1051 ^b	1.0748 ^{NS}	99.02 ^b	.0884 ^a	2.8839 ^a
Pin Bone Width	Brody	41.30 ^b	.6772	.0718 ^a	1.5496 ^{NS}	98.25 ^{NS}	.0810 ^{NS}	7.2790 ^{NS}
	Logistic	38.63 ^a	1.8127	.1479 ^c	1.7308 ^{NS}	98.07 ^{NS}	.0490 ^{NS}	9.2511 ^{NS}
	Gompertz	39.51 ^a	.9933	.1085 ^b	1.5335 ^{NS}	98.28 ^{NS}	.0154 ^{NS}	7.3361 ^{NS}
	Bertalanffy	39.96 ^b	.3045	.0959 ^b	1.5096 ^{NS}	98.30 ^{NS}	.0247 ^{NS}	6.8890 ^{NS}
Chest Girth	Brody	205.38 ^c	.5056	.0797 ^{NS}	14.7663 ^a	99.15 ^b	.2191 ^{NS}	40.9783
	Logistic	197.23 ^a	1.3696	.1430 ^{NS}	21.3195 ^b	98.80 ^a	.1848 ^{NS}	46.3719 ^{NS}
	Gompertz	200.15 ^b	.9001	.1111 ^{NS}	16.7407 ^a	99.05 ^a	.1834 ^{NS}	42.8569 ^{NS}
	Bertalanffy	201.59 ^b	.2600	.0999 ^{NS}	15.6603 ^a	99.11 ^b	.1823 ^{NS}	41.9008 ^{NS}
Body Weight	Brody	625.93 ^c	1.0864	.0760 ^a	2514.74 ^a	94.44 ^b	.5377 ^b	114.96 ^b
	Logistic	567.05 ^b	9.8121	.2178 ^a	1905.73 ^a	96.10 ^b	.5006 ^b	109.93 ^b
	Gompertz	612.64 ^c	2.5761	.1162 ^a	990.35 ^a	97.95 ^b	.2573 ^a	100.18 ^a
	Bertalanffy	471.46 ^a	1.5108	.3936 ^b	15036.90 ^b	68.78 ^a	.8058 ^c	139.99 ^c

1) AIC: Akaike's information criterion

a, b, c, d: Means within a column of each traits with different superscripts are significantly different (P<0.001)

Logistic, Gompertz モデルが、胸深では Brody モデルのみが各々有意に大きな値を示しあてはまりの良さを表わした。

Γ_A は、十字部高、坐骨高、胸深および腕幅で Brody, Gompertz, Bertalanffy モデルが、体長では Brody, Bertalanffy モデルが、体重は Gompertz モデルのみが各々有意に小さな値を示し、あてはまりの良さを

を表わした。

AIC は、体高、十字部高、胸深、尻長および腰角幅で Brody, Gompertz, Bertalanffy モデルが、坐骨高および腕幅では Brody, Bertalanffy モデルが各々有意に小さな値を示した。また、体長では Brody モデル、体重では Gompertz モデルが各々有意に小さな値を示し、あてはまりの良さを表わした。

Table 2 Genetic (above) and phenotypic (below) correlations between estimated growth parameters and milk production traits

Measurement	parameter	305 days					305 days							
		Act.M.	AD.M.	Act.FCM	AD.FCM	FCM.I.	Act.M.	AD.M.	Act.FCM	AD.FCM	FCM.I.			
Withers Height	A	r _G	-.196	-.086	-.385	-.305	.080	A	r _G	.619	.667	.249	.247	.033
		r _P	.191	.186	.128	.117	-.079		r _P	.101	-.056	.076	-.084	-.343
	B	r _G	-.237	-.044	-.236	-.037	-.299	B	r _G	.169	-.118	.108	-.144	-.716
		r _P	-.024	-.049	-.012	-.035	-.138		r _P	.060	-.044	.041	-.061	-.243
	K	r _G	.....	.....	.....	.....	.....	K	r _G	.860	.360	.759	.266	-.080
		r _P	-.140	-.113	-.103	-.072	.115		r _P	.317	.319	.290	.297	.279
Height at Hip Cross	A	r _G	.083	.531	-.117	.272	.551	A	r _G	-.211	-.121	-.282	-.188	-.514
		r _P	.140	.178	.105	.138	-.048		r _P	.085	.080	.018	.011	-.267
	B	r _G	.084	.340	-.063	.161	.038	B	r _G	.....	.....	.....	.....	.....
		r _P	.068	.036	.047	.018	-.090		r _P	.010	.050	-.037	-.001	-.024
	K	r _G	-.647	.....	-.955	.....	.....	K	r _G	.322	.106	.280	.061	.244
		r _P	-.134	-.154	-.181	-.199	-.088		r _P	.144	.152	.175	.184	.272
Height of Pine Bone	A	r _G	-.192	.200	-.424	-.088	.380	A	r _G	-.082	.015	-.233	-.150	-.399
		r _P	.260	.278	.175	.186	.001		r _P	.139	.103	.085	.045	-.281
	B	r _G	.....	.....	.....	.....	.....	B	r _G	.....	.....	.....	.....	.....
		r _P	-.048	-.070	-.086	-.107	-.139		r _P	.065	.108	.031	.070	.030
	K	r _G	.....	.....	.....	.....	.....	K	r _G	.249	-.056	.155	-.152	-.032
		r _P	-.139	-.112	-.115	-.084	.001		r _P	.238	.251	.224	.237	.277
Body Length	A	r _G	-.442	-.558	-.550	-.636	-.888	A	r _G	-.491	-.221	-.337	-.044	-.083
		r _P	.074	-.054	.071	-.063	-.480		r _P	.059	.062	.056	.056	-.139
	B	r _G	-.797	-.882	-.689	-.722	-.827	B	r _G	.034	.308	.004	.273	-.197
		r _P	-.201	-.228	-.212	-.240	-.332		r _P	-.001	-.001	-.001	.002	-.114
	K	r _G	.....	.....	.....	.....	.....	K	r _G	.359	.225	.235	.083	.269
		r _P	.206	.255	.227	.283	.431		r _P	.172	.156	.218	.206	.221
Chest Depth	A	r _G	.....	.....	.....	.....	A	r _G	.935	.665	.546	.269	-.209	
		r _P	.176	.054	.193	.070		-.237	r _P	.144	-.017	.139	-.023	-.341
	B	r _G	.....	.....	.....	.....	.....	B	r _G	.....	.....	.....	.....	.....
		r _P	.133	.049	.107	.022	-.050		r _P	.016	-.131	.014	-.131	-.314
	K	r _G	.821	.429	.746	.346	.288	K	r _G	.834	.806	.617	.516	.678
		r _P	.209	.241	.154	.190	.322		r _P	.170	.261	.154	.250	.447
Body Weight	A	r _G	-.946	.....	.....	.....	.....	A	r _G	.....	.....	.....	.....	.....
		r _P	.171	.055	.186	.066	-.344		r _P	.....	.....	.....	.....	.....
	B	r _G	-.172	-.415	-.217	-.428	-.736	B	r _G	.....	.....	.....	.....	.....
		r _P	-.026	-.140	.256	-.121	-.303		r _P	.....	.....	.....	.....	.....
	K	r _G	.....	.....	.....	.....	.....	K	r _G	.....	.....	.....	.....	.....
		r _P	.253	.302	.256	.312	.460		r _P	.....	.....	.....	.....	.....

1) Act.M.: Actual milk yield (kg) 2) AD.M.: Adjusted milk yield by age and calving-month (kg)

3) Act.FCM: Actual fat corrected milk (kg) 4) AD.FCM: Adjusted FCM (kg) 5) FCM.I.: FCM index (%)

以上のことから、体長および胸深は Brody モデル、体重は Gompertz モデルのあてはまりが有意に優れていると判断された。しかし、坐骨幅以外の他の部位は各々の適合度に共通する有意差はみられなかったが、適合性を判断する情報の値から Brody モデルがより適合すると判断した。坐骨幅は全ての情報に有意差は認められなかったが RMS, R², AIC の数値の大小から Bertalanffy モデルを用いることにした。以下の分析は、各々それらのモデルの発育様相形質パラメータを用い、泌乳能力との相関係数を表 2 に示した。

高さの部位では、成熟値に関し前軀の高さでは FCM. I. 以外は全ての負の遺伝相関係数であるのに対し、後軀の高さは Act. FCM および坐骨高の Act. M. と AD.FCM 以外は正の遺伝相関係数を示した。一方、表型相関係数は、FCM. I. 以外は全て正の値であった。成熟速度は表型相関係数のみであるが、体高および坐骨高の FCM. I. 以外は全て負の値を示した。

胴のびと体積に関する部位の成熟値では、体長では全て負の遺伝相関係数を示したが、胸囲では FCM. I. 以外は全て正の値であった。一方、表型相関係数は、

FCM. I. と体長および胸囲の AD. M., AD.FCM 以外はすべて正の値であった。また、成熟速度では遺伝、表型相関係数のいずれも正の値であった。

後軀の長さおよび幅については、成熟値で長さはいずれも正の遺伝相関係数を示すが、幅は臍幅の補正乳量以外はすべて負の値であった。また、表型相関係数は、FCM. I. と尻長の AD.M. AD.FCM 以外はすべて正の値であった。成熟速度では、尻長、臍幅の FCM. I. および臍幅の AD.M. AD.FCM 以外はすべて正の遺伝相関係数を示し、表型相関係数はすべて正の値であった。

体重については遺伝相関係数がほとんど算出されておらず多少信頼性に欠けると思われるが、表型相関係数は成熟値の FCM. I. 以外はすべて正の値を示した。このことは非線形発育モデルのあてはまりの程度に多少問題が残るものと考えられる（最良のあてはまりを示した Gompertz モデルで、寄与率97.95%と他部位と大きな差がある）。

以上のことから、高さに関しては後軀の高さが実泌乳量とよりは年齢や季節の要因を除いた泌乳量、即ち、より遺伝的泌乳能力との関連性が示唆されるが、長さや深さおよび後軀の長さや幅については、成熟値の大きさより寧ろ成熟速度と泌乳能力の関連性がうかがわれる。しかし、今回のデータは頭数も限られ、種雄牛当り娘牛の数も少なく、父親分散成分が負になり、遺伝相関係数が算出されない部位も多かった。今後さらに多量のより正確なデータの分析の必要性が示唆された。

文 献

- 1) BROWN, J. E., H. A. FITZHUGH, Jr. and T. C. CARTRIGHT: A Comparison of Nonlinear Models for Describing Weight-age Relationships in Cattle. *J. Anim. Sci.*, 42(4): 810-818, (1976)
- 2) GOONEWARDENE, L. A., R. T. BERG and R. T. HARDIN: A Growth Study of Beef Cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 61: 1041-1048, (1981)

- 3) 向井文雄・和田康彦・並河 澄・棚瀬勝美: 黒毛和種雌牛の体測定値への非線形発育モデルの当てはめによる発育様相の把握, *日畜会報*, 51(4): 247-255, (1980)
- 4) 和田康彦・佐々木義之・向井文雄・松本 豊: 非線形モデルの当てはめによる黒毛和種雌牛の体重の発育様相の把握, *日畜会報*, 54(1): 46-51, (1983)
- 5) 富樫研治・横内因生・釘田博文: アバンディーンアンガス種・ヘレフォード種雌牛の発育に関する研究. *北農試研報*, 132: 43-62, (1981)
- 6) 小畑太郎・向井文雄: 黒毛和種雌牛の発育様相と生産能力の関係, *日畜会報*, 53(9): 605-611, (1982)
- 7) 光本孝次・榎谷智史: 乳牛の体格と乳量との関連性に関する多変量解析, *帯畜大研究報告*, 11: 73-84, (1978)
- 8) 西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕: 各年代ごとの成長パターンとホルスタイン若齢雌牛の発育基準, *新得畜試研究報告*, 11: 19-28, (1981)
- 9) 西村和行・曾根章夫・塚本 達・峰崎康裕: ホルスタイン雌牛の3および6か月齢時体格と産乳形質の遺伝パラメータ, *新得畜試研究報告*, 11: 29-37, (1981)
- 10) 西村和行・塚本 達: 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, *新得畜試研究報告*, 12: 7-18, (1982)
- 11) 西村和行・峰崎康裕・塚本 達: 非線形発育モデルの当てはめによるホルスタイン種雄牛の副次部位の発育様相把握, *新得畜試研究報告*, 14: 41-48, (1985)
- 12) 鈴木三義・光本孝次・白田加代: 北海道の泌乳記録に対する年齢・分娩月補正係数値について, *帯畜大家畜育種学教室研究資料No. 2*, 1-18, (1982)

場外学術雑誌掲載論文抄録

数種寒地型牧草の1番草の生育に伴う *in vitro* 乾物消化率,
粗蛋白質含量および収量の推移

大原益博・山川政明・田辺安一

Changes in *In Vitro* Dry Matter Digestibility, Crude Protein Content and Yield with Advancing Primary Growth of Several Temperate Grasses

Masuhiko OHARA, Masaaki YAMAKAWA and Yasuichi TANABE

日草誌 第29巻2号 161-168 (1983)

一定の消化率で牧草を刈取る期日を策定する目的で、1番草の生育に伴う *in vitro* 乾物消化率 (IVDMD)、粗蛋白質 (CP) 含量および乾物 (DM) 収量の推移を生育日数に対する回帰分析により検討した。供試牧草はチモシー (Ti) 4 品種、オーチャードグラス (Og) 3 品種、トールフェスク (Tf) 3 品種、リードカナリーグラス (Rcg) 1 品種、アルファルファ (Al) 3 品種、アカクローバ (Rc) 3 品種およびラジノクローバ (Lc) 1 品種の計 8 草種 19 品種である。1 番草の生育に伴う IVDMD、CP 含量および DM 収量の推移はそれぞれ直線回帰、漸近回帰および 2 次回帰によく適合した。IVDMD の推移を検討したところ、Ti と Tf では晩生品種が早生品種より高く推移していたので早生グループ (Ti-E, Tf-E) と晩生グループ (Ti-L, Tf-L) とに分けた。Og, Al および Rc はおのおのグループにまとめた。イネ科

牧草の IVDMD と CP 含量の生育に伴う低下はマメ科牧草より急速であった。IVDMD の低下が最も急速だったのは Rcg で 0.63%/日であった。他のイネ科牧草は 0.4~0.5%/日であった。Al は 0.32%/日、Rc は 0.36%/日、Lc は 0.17%/日であった。出穂時における IVDMD と CP 含量では早生品種が晩生品種より高い傾向が、DM 収量では晩生品種が多い傾向が認められた。一定の IVDMD に到達する期日はイネ科牧草では早生品種が晩生品種より早い傾向が認められた。また、その時の CP 含量は早生品種が高く、DM 収量は晩生品種が多い傾向であった。IVDMD 70% の刈取期日は Lc を除くと Tf-E, Og および Rcg の 6 月 13~14 日から Ti-L, Al および Rc の 6 月 24~28 日までであった。

寒地における肉豚生産と舎内環境に関する研究

所 和暢

Studies on the Environmental Requirements
for the Production of Fattening Pigs in Hokkaidoby
Kazunobu TOKORO

北海道立農業試験場報告 第41号 1~66 (1984)

本研究は、寒地とくに北海道における安定した高生産性を保障する肉豚の生産環境の究明と、具体的制御法を総合的に考察することを目的として行なった。成果を要約すると以下のとおりである。

1. 北海道における大規模養豚の飼育施設の実態を、147戸について調査した結果、豚舎の屋根・壁材は単層で、無天井が多く、断熱材の利用は少なかった。屋根に排気口を設置する自然換気法が多く認められたが、給気口を欠き、電動換気扇を所有する例では、利用するものが少なかった。暖房器具は半数で所有し、冬期に終日利用しているが、豚舎内で給水器がしばしば凍結し、天井や壁面の結露が恒常的に認められた。このため、肉豚の出荷日齢は、夏期と冬期で明らかに差のあることを、80%以上の飼育者が認めている。
2. 13棟の豚舎構造と舎内環境を実測した結果、夏期の良好な環境に比較して、冬期には低温度・高温度・空気汚染・結露などが認められた。断熱材は、防湿処置、厚み、利用部位の点で不備がめだち、その効果が不明であった。一方、暖房豚舎でも、結露を防止できない例があった。
3. 大型の肉豚舎で、夏期と冬期の発育・飼料効率を、117頭を供試して比較した結果、冬期の日増体量と飼料要求率が不良であり、呼吸器系疾病と舎内環境の関係が示唆された。
4. 環境調節室で延196頭の肉豚を用い、環境温・湿度、床面湿潤および日内温度変化を検討した。肉豚

の生理的適温域から環境温度が低下するに伴って、日増体量、飼料要求率の悪化が著しく、特に10℃以下では5℃の温度差で飼料要求率が7~10%不良となった。

環境温度1℃の降下が、日増体量で育成子豚5.76g、肥育豚14.06gの減少となり、飼料要求率ではそれぞれ0.042、0.092の悪化が見積られた。

5. 低温域における相対湿度の発育に対する影響は、空気汚染が伴わない場合には、一定の傾向が認められず、豚房の床面が湿潤すると乾燥した床での飼育に比較して、日増体量、飼料要求率が劣る傾向にあった。

6. 低温域で6℃から14℃に日内変化する変温区と10℃恒温区を比較した結果、変温区の日増体量と飼料要求率は、その平均温度である恒温区のそれと著差がなかった。

7. 128頭の枝肉について、飼育時期差を検討した結果、枝肉の長さは冬期飼育でわずかに長い傾向にあったが、その他の枝肉形質に明確な差異を認めなかった。

8. 枝肉脂肪の融点と脂肪酸組成に対する飼育時期間差を、19頭の枝肉を用いて検討した結果、冬期飼育枝肉の背内層脂肪融点が高く、背外・内層と腎周囲脂

肪の飽和脂肪酸割合が低かったが、枝肉の肉眼検査では明確な差を認めなかった。

9. 適飼育環境を維持するための具体的な環境制御法を検討するため、天井・上壁に断熱材を施行し、電動換気扇を時間タイマーにより作動させる断熱・換気豚舎と、同一規模の無断熱・自然換気豚舎を用い、豚舎環境と肉豚の発育を比較した。断熱・換気豚舎は対照に比較し、舎内温度で3.6度高く、相対湿度で8%低く、結露をほぼ完全に防止できた。炭酸ガス濃度は、0.2~0.3%と対照に比べ低い値を示した。3回の肥育試験の結果、いずれも断熱・換気豚舎の増体が良く、特に12月から3月の厳冬期の試験では、飼料要求率が0.2~0.37良好な値を示した。

10. 適飼育環境を維持するための具体的な方法として、重油を燃料とする温風加温と電熱線による床面加温の効果を比較検討した結果、厳冬期の両豚舎最高・最低温度は、それぞれ12~15℃、3~6℃で、相対湿度80%を維持し、結露はほとんど認めなかった。加温と無加温時における肉豚の生産性を試算検討した結果、豚舎の断熱性能が低い場合には、温風機による直

接舎内空気の加温が有効と考えられた。

11. 以上の成果を総合的に考察し、寒地におけ肉豚舎の生産環境基準を、次のとおり設定した。

冬期の外気温最低温度時の舎内温度を10℃以上、相対湿度を冬期の最高で80%以下、炭酸ガス濃度0.3%以下、アンモニアガス濃度15PPM以下、体表付近風速0.5m/sec以下とした。また、冬期の外気温により北海道を3気候区に分け、それに対応する豚舎の断熱基準を示した。

12. 肉豚の生産環境基準を満足する肉豚舎の環境制御モデルを、260頭規模の中央通路複列式豚舎を例に計画した。外気温が-15℃における換気量は、約2,500m³/hとなった。新鮮外気を両妻壁より天井裏へ入気し、さらに中央通路天井の分散板付給気口から舎内へ導入して、側壁の電動換気扇で排出する強制換気方式を採用した。換気量の調節は、サーモスタットと換気扇の組合せにより自動化した。組立てた豚舎内環境制御モデルを、飼料要求率を中心とする生産性について考察した結果、寒地の肉豚舎に対し本制御技術の導入が総合的に有利であることが明らかになった。

反芻行動とその消化生理学的意義に関する研究

岡本全弘

Studies on the Ruminating Behavior and the Digestive
Physiological Significance of Ruminationby
Masahiro OKAMOTO

北海道立農業試験場報告 第30号 1~72 (1979)

本研究は反芻家畜の反芻行動の測定法を確立し、これを使いこなすことにより、飼養条件および飼料の理化学的性質と反芻行動との関係を明らかにし、さらに、反芻が反芻家畜の消化生理上果す役割を追究した。得られた結果は次の様に要約される。

1. 反芻家畜における採食および反芻行動の測定法として、ニューモグラフ・タンブル法とラジオパイオテレメトリの両法について、必要な装置の試作と家畜への応用を試みた。本研究で開発したラジオテレメトリは現在のところ、最も優れた方法の1つである。
2. 一定の飼養条件下では、反芻が活発となる時間帯は日によってかなり変動するが、1日当りの反芻時間や反芻食塊吐出回数の変動は比較的小さい。
3. 飼料摂取量が増大するにつれて、反芻時間および反芻食塊吐出回数は増大するが、その増加幅は逓減し、反芻時間は1日当り600分前後でプラトーに達した。
4. 家畜を絶食させることにより、反芻量は激減し、偽反芻が発現した。3日間程度の絶食では反芻が消滅することはなく、再給飼により反芻は量的にも質的にも速やかに回復した。
5. 乾草を粉碎して給与すると反芻量の大幅な減少とともに、微弱な反芻や偽反芻が誘起された。また、乾草の圧縮成形加工は反芻量を減少させたが、細切は反芻の量や質にはほとんど影響しなかった。
6. 乾草の粗剛性をウィレー粉碎機による粉碎速度を指標として表わした。乾草の粉碎速度と乾物摂取量

100g当りの反芻時間および反芻食塊吐出回数との間に負の相関が認められた。

7. とうもろこしサイレーズの切断長も反芻量に影響を与える。設定切断長5mm程度のサイレーズは反芻時間および反芻食塊吐出回数を減少させた。

8. 高水分サイレーズが凍結状態にあると、採食時間が延長された。予乾サイレーズでは凍結の影響は小さかった。高水分サイレーズを凍結後、解凍して給与すると反芻量の減少が認められた。

9. 第一胃内の乾草片の微細化および第一胃からの乾物の消失には反芻が大きく関与していることが確認された。

10. 消化管内容物の粒径分布は第一胃および第二胃と第三胃以降の消化管とは大きく異なり、第三胃以降の消化管内容物はほとんどが2.4mmの篩を通った。

11. 乾草片は微細化するにつれて第一胃内の消化速度が高まり、第一胃内発酵は促進された。

12. 第一胃内容液の緩衝能には日内変動があるが、これはVFA濃度と関係が深いようであった。VFA濃度が高いと酸の滴加に対する緩衝能が高かった。

13. 乾草片が微細化するにつれて消化管内滞留時間

が短縮された。粉碎乾草は消化率が低下する傾向があった。

14. 乾草の粉碎機による粉碎速度が高まるにつれ、乾物自由摂取量が増し、乾物消化率が高まった。

15. 第一胃の運動頻度は家畜の行動により異なり、採食中が最も頻度が高く、反芻中がこれに次ぎ、休息中が最も頻度が低かった。

16. 第一胃内pH値は飼料給与時から次の飼料給与時までを周期とした変動の外に、より短期の変動が存

在することを明らかにし、これと反芻食塊吐出回数の分布との間には高い相関関係があることを認めた。

17. 高水分の凍結サイレーズを採食する際、家畜は採食速度を落とし、時間をかけて採食した。第一胃内温は低下するが、その低下幅は小さく、第一胃内発酵にもほとんど影響がなかった。

18. 以上の結果より反芻行動は消化管内通過速度や第一胃内環境の調節に大きく関与しており、摂取量の維持や第一胃内発酵の調整など反芻家畜の消化生理上重要な意義を持つものと考察した。

新得畜試研究報告 No.14 1985. 3

昭和60年 5月10日 印刷

昭和60年 5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
☎ 01465 4-5321

印刷所 帯広第一印刷株式会社
帯広市東4条南11丁目
☎ 0155 (代) 23-3195
