



低成長が乳用雄子牛の筋肉成長および脂肪蓄積に及ぼす影響

メタデータ	言語: jpn 出版者: 宮崎大学農学部 公開日: 2020-06-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福原, 利一, 茶園, 崇史, 原田, 宏, 守屋, 和幸, Chazono, Takashi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10458/5678

低成長が乳用雄子牛の筋肉成長および 脂肪蓄積に及ぼす影響

福原利一*・茶園崇史*
原田宏*・守屋和幸*

Effect of Growth Rate on Muscle Growth and
Fat Deposition in Dairy Male Calves

Riichi FUKUHARA, Takashi CHAZONO, Hiroshi HARADA
and Kazuyuki MORIYA

(昭和60年8月10日受理)

緒 言

わが国における乳用雄牛による牛肉生産は、肥育技術の進歩および牛肉消費量の増大に伴い、近年急速に発展してきた¹⁾。乳用雄牛の肥育は、濃厚飼料主体による若齢肥育方式を取り入れ、ホルスタイン種のもつすぐれた増体能力および飼料の利用性を活用して行なわれる効率的な生産方式であり、その肥育過程における体構成の変化についても、これまでいくつかの研究蓄積がなされている^{2,5,9)}。

一方、肥育経営の中での生産技術としては、狭義の生産技術である飼養管理よりもむしろ素牛選定が、その経営の成否のカギを握るものと考えられており、素牛の条件は、乳用雄牛肥育においてもきわめて重要な意義をもっている。

本研究の目的は、乳用雄牛肥育における素牛としてのホルスタイン種雄子牛の体構成に焦点をあて、哺育・育成期の成長遅延が、体構成とくに筋肉成長と脂肪蓄積に及ぼす影響を明らかにしようとしたものである。

材料および方法

供試牛は、ホルスタイン種雄子牛9頭である。この9頭を導入後、代用乳、人工乳および乾草を給与して体重180kgを目標に育成し、試験期間終了後、絶食させずに屠殺した。

枝肉の分離・解体は、屠殺後、0°Cで一昼夜冷却した右半丸枝肉を用い、Butterfield and May¹¹⁾の方法に準じて、筋肉、脂肪、骨、腱・じん帯および腎臓に分離し直ちに秤量した。

成績のとりまとめにあたっては、供試牛9頭を屠殺時の日齢体重で表わした成長速度の大きさにより、対照区(Control区、平均日齢体重1.28kg/day)、低成長1区(Low-1区、同1.02kg/day)、低成長2区(Low-2区、同0.80kg/day)の3グループにそれぞれ3頭ずつ区分した。

筋肉、脂肪および骨組織重量に及ぼす成長速度の効果は、屠殺時体重を回帰に取り入れた次式のようなモデルを用いて、最小自乗分散分析法により検討した。

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b(W_{ij} - \bar{W}) + e_{ij}$$

* 家畜育種学研究室

Y_{ij} = i 番目の成長速度の j 番目の個体の組織重量 ($i=1\sim3, j=1\sim3$)

μ = 全平均

a_i = i 番目の成長速度の効果

b = 屠殺時体重に対する偏回帰係数

W_{ij} = i 番目の成長速度の j 番目の個体の屠殺時体重

\bar{W} = 屠殺時体重の平均

e_{ij} = ランダム誤差

結果および考察

1. 供試牛の発育の概要

供試牛9頭の屠殺時の日齢, 体重および日齢体重は, Table 1 に示すとおりである.

屠殺時日齢および体重の範囲は, それぞれ 147~264 日および 168.0~197.5 kg であり, 成長速度グループごとの屠殺時の日齢体重の平均値は, 対照区が 1.28 kg, 低成長1区が 1.02 kg, 低成長2区が 0.80 kg であった. 供試牛9頭の屠殺時における日齢体重は, ホルスタイン種標準発育値¹⁾と比較した場合, 対照区の子牛は, その上限値と平均値の間にあり, 低成長1区の子牛は, 平均値と下限値の間にあり, 低成長2区の子牛は, 下限値を下回るものであった.

Table 1. Outline of animals

Rate of growth ^{a)}	No. of animals	Age of day at slaugh.	Body wt. at slaugh. (kg)	Body wt. per age of day (kg)
Control	1	147	187.5	1.28
	2	146	188.0	1.29
	3	156	197.0	1.26
	Av.	150	190.8	1.28
Low-1	4	193	194.0	1.01
	5	195	197.5	1.01
	6	160	168.0	1.05
	Av.	183	186.5	1.02
Low-2	7	210	179.5	0.85
	8	207	180.5	0.87
	9	264	182.0	0.69
	Av.	227	180.6	0.80

a): Expressed as body wt. of kg per age of day

2. 枝肉, 筋肉, 脂肪および骨重量に及ぼす成長速度の影響

右半丸枝肉重量および枝肉を構成する筋肉, 分離脂肪および骨の重量の成長速度グループごとの最小自乗平均値と標準誤差は, Table 2 に示すとおりである.

平均屠殺時体重 (186.0 kg) で補正した場合, 枝肉, 筋肉, 脂肪および骨の各重量には, 成長速度の違いによって有意な差は認められなかった. しかし, 骨を除いて, いずれも成長速度が小さくなるにつれて重量が小さくなる傾向を示し ($P < 0.10$), 低成長2区が最小で, 対照区が最大で

Table 2. Least-squares means and standard errors for tissue weights of right side carcass^{a)}

Tissue	Rate of growth ^{b)}			Effect of rate of growth
	Control (kg)	Low-1 (kg)	Low-2 (kg)	
Carcass	49.65±2.05	45.97±1.94	40.11±2.08	N S ^{c)}
Muscle	33.12±1.49	30.56±1.40	25.96±1.50	N S
Fat	4.85±0.35	3.79±0.33	3.39±0.36	N S
Bone	9.84±0.38	9.86±0.36	9.66±0.39	N S
Muscle: bone ratio	3.27±0.06	3.08±0.05	2.79±0.06	N S

a): Adjusted for average body wt. (186.0 kg)

b): Expressed as body wt. of kg per age of day (Control=1.28, Low-1=1.02, Low-2=0.80)

c): Not significant

あった。とくに、枝肉重量は、対照区 49.65 kg, 低成長 1 区 45.97 kg, 低成長 2 区 40.11 kg と成長速度の違いにより大きな差がみられた。

筋肉組織は、対照区 33.12 kg, 低成長 1 区 30.56 kg, 低成長 2 区 25.96 kg となり、枝肉と同様成長速度によりかなりの重量差がみられた。重量の減少の程度は、低成長 2 区が低成長 1 区に比べて著しく大きく、対照区の筋肉重量を 100 とした場合、低成長 1 区 92, 低成長 2 区 78 であり、強度の低成長は、筋肉の成長を抑制することが推察された。

分離脂肪は、対照区 4.85 kg, 低成長 1 区 3.79 kg, 低成長 2 区 3.39 kg であり、低成長に対する反応は、筋肉に比べ敏感であった。対照区を 100 とした場合、低成長 1 区 78, 低成長 2 区 70 であった。

骨重量は、成長速度間でほとんど差がなく、枝肉構成主要組織のうちで成長速度の影響を最もうけにくいことが知られた。したがって、筋肉：骨比も成長速度の低下に伴い小さくなった。この結果は、筋肉：骨比は、栄養条件の良好なものほど高いという知見⁵⁾と一致するものであった。

以上の結果から、乳用雄子牛の哺育・育成期では、成長速度の低い子牛ほど、枝肉、筋肉および分離脂肪の重量が小さくなり、筋肉：骨比も小さいことが明らかにされたが、発育のパターンや栄養水準の切り換えにより、枝肉の組成や筋肉：骨比が異なることが示唆されており^{2,4,5)}、この時期(体重約 180 kg の時期)における枝肉の組成が、その後、肥育過程に入ってから枝肉の組成にどのような影響を及ぼすかは、非常に興味深く、かつ効率的な乳用雄牛肥育を行う上で重要であると思われるので、今後、肥育過程も含めてさらに検討する必要があると思われる。

3. 標準筋肉群重量に及ぼす成長速度の影響

Butterfield and Berg¹²⁾ の分類に従った 9 つの標準筋肉群重量の成長速度グループごとの最小自乗平均値と標準誤差は、Table 3 に示すとおりである。

標準筋肉群重量は、成長速度のグループ間には有意な差はみられなかった。しかし、全筋肉重量と同様、低成長になるに従い各筋肉群とも成長が抑制される傾向がみられた。9 つの筋肉群のうち、低成長の影響を比較的大きくうけたのは、腹壁部の筋肉群 (Abdominal wall) であり、対照区を 100 とすると、低成長 1 区 81, 低成長 2 区 74 となった。これに対して、後肢末端部 (Distal pelvic limb) と前肢末端部 (Distal thoracic limb) の各筋肉群では、それぞれ、低成長 1 区が 96 と 104, 低成長 2 区が 87 と 90 で低成長の影響は、小さいものであった。このことは、腹壁部の筋肉群は、消化管の発達およびその内容物の増大に伴い発達していく筋肉群であり、後肢および前肢の末端部の筋肉群は、運動機能や体重を支える機能の増大に伴い発達していく筋肉群であるこ

Table 3. Least-squares means and standard errors for weights of standard muscle groups^{a)}

Standard muscle group	Rate of growth ^{b)}			Effect of rate of growth
	Control (kg)	Low-1 (kg)	Low-2 (kg)	
1. Proximal pelvic limb	10.77±0.44	10.19±0.41	8.82±0.44	NS ^{c)}
2. Distal pelvic limb	1.79±0.09	1.72±0.08	1.56±0.09	NS
3. Surrounding spinal column	3.85±0.29	3.48±0.27	3.17±0.29	NS
4. Abdominal wall	2.88±0.17	2.33±0.16	2.13±0.17	NS
5. Proximal thoracic limb	4.10±0.19	3.90±0.18	3.37±0.19	NS
6. Distal thoracic limb	0.92±0.06	0.96±0.05	0.83±0.06	NS
7. Thorax to thoracic limb	2.84±0.15	2.64±0.14	2.19±0.15	NS
8. Neck to thoracic limb	1.44±0.08	1.41±0.08	1.11±0.08	NS
9. Neck and thorax	3.55±0.33	3.41±0.31	2.69±0.33	NS

a): Adjusted for average body wt. at slaugh. (186.0 kg)

b): Expressed as body wt. of kg per age of day (Control=1.28, Low-1=1.02, Low-2=0.80)

c): Not significant

と^{10,12)}と密接な関係があると思われる。

なお、各標準筋肉群の重量の減少は、全筋肉重量と同様、低成長2区において著しかった。とくに、腹壁部の筋肉群や胸郭—前肢間 (Thorax to thoracic limb)、頸—前肢間 (Neck to thoracic limb)、頸—胸郭間 (Neck and thorax) の筋肉群の重量減少が大きく、部位により低成長の影響の受け方が異なることが推察された。肉牛の標準筋肉群の重量百分率は、品種、性の影響を受けにくいことが知られているが^{8,12,14)}、本試験の結果は、成長速度により標準筋肉群の相対的な割合が変わりうる可能性を示唆するものと考えられ、今後、さらに検討を要するものと考えられる。

4. 単一筋の重量に及ぼす成長速度の影響

枝肉を構成する約100の筋のうち、比較的分離ラインが明瞭でかつ重量も大きい30の筋肉の重量を成長速度グループごとに Table 4 に示した。

成長速度グループ間で有意な差が認められた筋は、後肢基部 (Proximal pelvic limb) の大腿筋膜張筋 (*M. tensor fasciae latae*)、大腿二頭筋 (*M. biceps femoris*)、外側広筋 (*M. vastus lateralis*)、腹壁部の外腹斜筋 (*M. obliquus externus abdominis*)、腹横筋 (*M. transversus abdominis*)、腹直筋 (*M. rectus abdominis*)、前肢基部 (Proximal thoracic limb) の棘上筋 (*M. supraspinatus*)、胸郭—前肢間の広背筋 (*M. latissimus dorsi*)、胸腹鋸筋 (*M. serratus ventralis thoracis*)、の9筋であった。このうち、腹壁部の筋は、他の群の筋とは異なる反応を示しており、低成長に敏感に反応するようであった。これは、先に述べたように、標準筋肉群のうち腹壁部を構成する筋群の反応と一致するものである。

なお、9頭分をプールしてみると、低成長に対する個体反応が大きい筋と小さい筋の存在することが推察された。とくに、ほぼ重量の等しい大腿二頭筋 (*M. biceps femoris*) と胸腰最長筋 (*M. longissimus thoracis et lumborum*) を比較した場合、その標準誤差は、最長筋の方が大きく、個体差の大きい筋肉であることが知られた。このことは、筋肉の形状や解剖学的位置あるいは機能により、その成長の変異性に差が生じるという産肉生理上の興味のほか、産肉能力検定においていわゆるロース芯 (最長筋) 断面積に関する情報が肉量についての選抜指標として採用されていることの妥当性を示唆するものとして注目される。

Table 4. Least-squares means and standard errors for weights of individual muscles^{a)}

Standard muscle group	Muscle	Rate of growth ^{b)}			Effect of rate of growth
		Control (kg)	Low-1 (kg)	Low-2 (kg)	
1	<i>M. tensor fasciae latae</i>	0.402±0.017 ^d	0.354±0.016 ^d	0.316±0.017 ^e	*
	<i>M. biceps femoris</i>	2.362±0.086 ^d	2.176±0.081 ^d	1.848±0.087 ^e	*
	<i>M. gluteus medius</i>	1.212±0.055	1.103±0.052	0.991±0.055	N S ^{c)}
	<i>M. vastus lateralis</i>	0.923±0.034 ^d	0.845±0.032 ^d	0.744±0.034 ^e	*
	<i>M. rectus femoris</i>	0.696±0.025	0.711±0.024	0.602±0.026	N S
	<i>M. semitendinosus</i>	0.741±0.042	0.677±0.039	0.625±0.042	N S
	<i>M. gracilis</i>	0.427±0.028	0.400±0.027	0.312±0.028	N S
	<i>M. semimembranosus</i>	1.554±0.165	1.669±0.156	1.499±0.167	N S
	<i>M. adductor</i>	0.656±0.029	0.592±0.028	0.518±0.030	N S
	<i>Mm. vastus medialis et intermedius</i>	0.501±0.051	0.553±0.048	0.439±0.051	N S
2	<i>Mm. gastrocnemius et soleus</i>	0.759±0.036	0.738±0.034	0.633±0.036	N S
3	<i>M. psoas major</i>	0.497±0.032	0.473±0.031	0.429±0.033	N S
	<i>M. longissimus thoracis et lumborum</i>	2.125±0.205	1.782±0.193	1.624±0.210	N S
4	<i>M. obliquus externus abdominis</i>	0.600±0.036 ^d	0.409±0.034 ^e	0.483±0.036 ^d	*
	<i>M. obliquus internus abdominis</i>	0.427±0.072	0.453±0.068	0.400±0.073	N S
	<i>M. transversus abdominis</i>	0.478±0.020 ^d	0.380±0.019 ^e	0.329±0.021 ^e	*
	<i>M. rectus abdominis</i>	0.751±0.034 ^d	0.579±0.032 ^e	0.489±0.034 ^e	*
5	<i>M. infraspinatus</i>	0.606±0.041	0.571±0.039	0.525±0.041	N S
	<i>M. triceps brachii (Caput longum)</i>	1.029±0.052	0.929±0.049	0.804±0.053	N S
	<i>M. supraspinatus</i>	0.555±0.010 ^d	0.525±0.009 ^d	0.469±0.010 ^e	*
	<i>M. subscapularis</i>	0.361±0.026	0.347±0.024	0.293±0.026	N S
	<i>M. brachiocephalicus</i>	0.493±0.033	0.461±0.031	0.406±0.033	N S
6	<i>M. extensor carpi radialis</i>	0.230±0.029	0.267±0.027	0.225±0.029	N S
7	<i>M. latissimus dorsi</i>	0.698±0.038 ^d	0.595±0.036 ^d	0.481±0.038 ^e	*
	<i>M. serratus ventralis thoracis</i>	0.375±0.017 ^d	0.372±0.016 ^d	0.278±0.017 ^e	*
	<i>M. pectoralis profundus</i>	1.162±0.086	1.102±0.081	0.983±0.087	N S
	<i>M. pectoralis superficiales</i>	0.365±0.043	0.376±0.041	0.311±0.044	N S
8	<i>M. rhomboideus</i>	0.387±0.034	0.353±0.032	0.273±0.034	N S
	<i>M. serratus ventralis cervicis</i>	0.787±0.041	0.760±0.038	0.606±0.041	N S
9	<i>M. semispinalis capitis</i>	0.411±0.059	0.481±0.055	0.418±0.059	N S

a): Adjusted for average body wt. at slaugh (186.0 kg)

b): Expressed as body wt. of kg per age of day (Control=1.28, Low-1 =1.02, Low-2 : 0.80)

c): Not significant *: P<0.05

d): Values bearing different superscripts are different (P<0.05)

5. 蓄積部位別分離脂肪重量に及ぼす成長速度の影響

枝肉中に含まれる皮下, 筋間, 体腔および腎臓脂肪重量の成長速度グループごとの最小自乗平均値および標準誤差は, Table 5 に示すとおりである.

いずれの蓄積部位別分離脂肪重量も成長速度グループ間で有意な差は認められなかった. 皮下脂肪は筋間脂肪に比べ, 低成長による蓄積の抑制が大きく, その程度は, とくに低成長Ⅱ区において

Table 5. Least-squares means and standard errors for weights of depot fat^{a)}

Depot fat	Rate of growth ^{b)}			Effect of rate of growth
	Control (kg)	Low-1 (kg)	Low-2 (kg)	
Subcutaneous fat	1.44±0.22	1.20±0.21	0.55±0.22	NS ^{c)}
Intermuscular fat	2.16±0.12	1.78±0.11	1.84±0.12	NS
Body cavity fat	0.61±0.14	0.43±0.13	0.66±0.14	NS
Kidney fat	0.64±0.07	0.37±0.06	0.34±0.07	NS

a): Adjusted for average body wt. (186.0 kg)

b): Expressed as body wt. of kg per age of day (Control=1.28, Low-1=1.02, Low-2=0.80)

c): Not significant

著しかった。筋間脂肪重量に対する皮下脂肪重量の割合を求めると、対照区および低成長1区がともに0.67、低成長2区が0.30となっており、低栄養によって、皮下脂肪の割合が低下し、筋間脂肪重量に対する皮下脂肪重量の割合も低下するという従来の報告^{6,11)}とほぼ一致した。

脂肪組織は、枝肉組織の中で最も可変的であり、栄養水準により変わりうるものであることは、よく知られており^{6,17)}、本試験の結果もこれを支持するものとなったが、乳用雄子牛の哺育期における蓄積量が、すでに枝肉組成の8%、多い子牛では10%も占めることは、乳用雄牛肥育の素牛生産上注目し値するものと思われた。

要 約

9頭のホルスタイン種雄子牛を屠殺時の日齢体重により、対照区(Control区、平均日齢体重1.28 kg)、低成長1区(Low-1区、同1.02 kg)、低成長2区(Low-2区、同0.80 kg)の3つのグループに3頭ずつ区分し、低成長が、枝肉組織の成長に及ぼす影響について検討した。大要、次のような結果を得た。なお、供試牛の日齢および体重の範囲は、147~264日、168.0~197.5 kgであった。

(1) 右半丸枝肉重量、筋肉重量および分離脂肪重量は、低成長により抑制される傾向がみられた。低成長の影響は、脂肪、筋肉、骨の順に大きいことが推察された。

(2) 標準筋肉群に及ぼす低成長の影響は、部位により異なり、腹壁部を占める筋群は、影響されやすく、後肢の末端部および前肢の末端部を占める筋群は、影響を受けにくいようであった。

(3) 主要筋に及ぼす低成長の影響は、大腿筋膜張筋、大腿二頭筋、外側広筋、外腹斜筋、腹横筋、腹直筋、棘上筋、広背筋および胸腹鋸筋の9つの筋で認められた。

(4) 皮下脂肪は、筋間脂肪に比べ低成長の影響を受けやすいようであった。

なお本研究は、一部、昭和59年度の伊藤記念財団助成金を受けて遂行されたものであり、ここに同記念財団に対して、深甚の謝意を表する次第である。

文 献

- 1) 大森昭一郎: 乳用おす子牛による肉生産の手びき, 北海道農業試験場 (1980).
- 2) 福原利一, 中西雄二, 寺田隆慶: 宮大農報, 31, 109 (1984).
- 3) 吉田正三郎, 西村宏一, 竹下 潔, 田中彰治: 東北農業試験場報告, 20, 43 (1984).
- 4) 滝本勇治, 黒肥地一郎, 美濃貞治郎, 中西雄二, 岩成 寿: 九州農試年報, 54 (1973).
- 5) Zenbayashi, M. and Dake, H.: J. Zootech. Sci., 49, 670 (1978).
- 6) Zenbayashi, M. and Dake, H.: *ibid*, 50, 392 (1978).

- 7) Fortin, A., Reid, J. T., Magia, A. M. Sim, D. W. and Wellington, G. H.: J. Anim. Sci., **51**, 331(1981).
- 8) Fortin, A., Reid, J. T., Magia, A. M., Sim, D. W. and Wellington, G. H.: *ibid.*, **51**, 1288 (1981).
- 9) Jones, S. D. M.: *ibid.*, **56**, 64 (1983).
- 10) Berg, R. T. and Walter, L. W.: *ibid.*, **57**, suppl 2, 133 (1983).
- 11) Butterfield, R. M. and May, N. D. S.: Muscles of the Ox, University of Queensland Press, Brisbane (1966).
- 12) Berg, R. T. and Butterfield, R. M.: New Concepts of Cattle Growth, Sydney University Press, Sydney (1976).
- 13) Berg, R. T., Anderson, B. B. and Liboruissen, T.: Anim. Prod, **26**, 245 (1978).
- 14) Berg, R. T., Anderson, B. B. and Liboruissen, T.: *ibid.*, **27**, 51 (1978).

Summary

Nine Holstein male calves were slaughtered at approximately 180 kg of live weight to examine the effects of rate of growth on the growth of carcass tissues. Right side carcasses of the calves were separated into tissues of muscle, fat, bone, tendon, ligament and kidney by the technique of Butterfield and May. Rate of growth had no significant effect on the tissue weights of right side carcass, muscle, fat and bone. However, the growth of muscle tissue and deposition of separable fatty tissue were decreased considerably by the delay in weight gain. Rate of growth had also no significant effect on the weights of nine standard muscle groups respectively. The muscles of *tensor fasciae latae*, *biceps femoris*, *vastus lateralis*, *obliquus externus abdominis*, *transversus abdominis*, *rectus abdominis*, *supraspinatus*, *latissimus dorsi*, and *serratus ventralis thoracis* were affected by growth rate, respectively.