



## 乳用雄子牛の枝肉組織の成長

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	<a href="http://hdl.handle.net/10458/5677">http://hdl.handle.net/10458/5677</a>

# 乳用雄子牛の枝肉組織の成長

福原利一\*・茶園崇史\*  
原田宏\*・守屋和幸\*

## Growth Patterns of Carcass Tissues in Holstein Male Calves

Riichi FUKUHARA, Takashi CHAZONO, Hiroshi HARADA  
and Kazuyuki MORIYA

(昭和60年8月10日受理)

### 緒 言

昭和42年には、国内牛肉生産（枝肉ベース）に占める割合がわずか4%にすぎなかった乳用雄子牛肥育による牛肉生産は、その後の強い牛肉需要に支えられて急速に発展し、今日では30%以上を占めるに至っている<sup>1)</sup>。しかしながら乳用雄子牛肥育に関する産肉生理学的な研究アプローチは、その産業的重要性にもかかわらず少ないのが実態である。

そこで、本研究は乳用雄子牛肥育のもと牛となる子牛の哺育期における枝肉組織、とくに筋肉組織および分離脂肪組織の成長様相を相対成長の面から明らかにし、乳用雄子牛肥育による牛肉生産をより合理的なものとするための基礎知見を得ようと実施したものである。

### 材料および方法

供試材料は、生後7~15日齢より北海道農業試験場方式<sup>2)</sup>に準じて飼育し、日齢範囲15~195日齢および体重範囲49.6~197.5kgで屠殺したホルスタイン種雄子牛19頭である。これらの子牛は、導入より50kgまで代用乳として脱脂粉乳のみ給与され、50kgより90kgまで代用乳と人工乳の定量給与とチモシー主体の混播牧乾草の自由給与により飼育され、90kg以降は人工乳の定量給与と牧乾草の自由給与によって育成された。なお、給水は自由飲水とした。

供試牛は、屠殺当日の朝給餌した後、絶食せずに午前中に頸動脈切開法によって放血屠殺した。枝肉は2分体にした後、24~48時間1~2°Cの冷蔵庫に保管した後、その右半丸について Butterfield and May (1966)<sup>3)</sup>の方法によって室温下で、筋肉、脂肪、骨、腱、靱帯、腎臓の各組織に分離解体した。分離した組織を秤量してえたデータは、一次式  $Y=a+bX$ , Huxley (1932)<sup>4)</sup>の相対成長式 (allometric equation)  $\log Y=\log a+b \log X$  にあてはめ、半丸全組織重量に対する筋肉、脂肪、骨の各組織の相対成長、半丸全筋肉重量に対する各「標準筋肉群」<sup>5)</sup>の相対成長、半丸全筋肉重量に対する各筋の相対成長および半丸全分離脂肪重量に対する皮下脂肪、筋間脂肪、体腔脂肪および腎臓脂肪の相対成長について検討した。Huxleyの成長係数 (growth coefficient)  $b$  は最小自乗分散分析法によって求めるとともにその有意性を検定した。また  $b$  値の95%信頼区間を推定して定数1.0との差の有意性を検定し、 $b$ が1.0より有意に大きいときは、その相対成長型 (relative growth impetus) を優調 (high impetus),  $b$ が1.0より有意に小さい

\* 家畜育種学研究室

ときは劣調 (low impetus),  $b$  と 1.0 との間に有意差が認められないときは等調 (average impetus) とした<sup>6-8)</sup>.

## 結果および考察

### 1. 枝肉組織重量に対する筋肉, 脂肪および骨組織の相対成長

牛体の可食部の主体をなす筋肉組織の成長は, 枝肉組織の成長とのかかわり合いで把握することが一般には理解されやすいので, 右半丸について枝肉全組織 (筋肉+脂肪+骨+腱+靭帯+腎臓) 重量に対する筋肉, 脂肪および骨組織の相対成長を検討した. 結果を両対数座標に描けば Fig. 1 のとおりであり, 成長係数  $b$  の値を示せば Table 1 のとおりである.

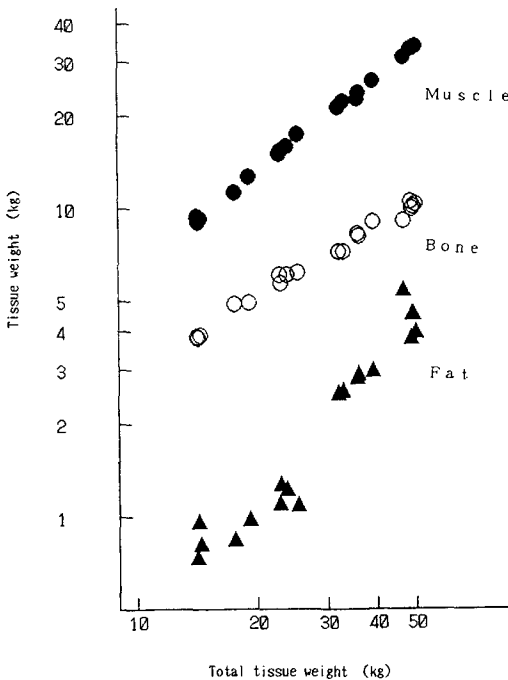


Fig. 1 Relative growth of weights of muscle, fat and bone to total tissue weight in right side carcass

Table 1. Relative growth of weights of muscle, fat and bone tissues to total tissue<sup>1)</sup> weight in right side carcass

Tissue	Growth coefficients "b"	Relative growth impetus
Muscle	1.03±0.01	Average
Fat	1.47±0.09*	High
Bone	0.77±0.02*	Low

All "b" value (±S. E.) are significant at 1% level.

\* significantly different ( $P < 0.05$ ) from 1.0  
1) total tissue = muscle + fat + bone + tendon + ligament + kidney

枝肉全組織に対する筋肉組織の相対成長は単相の等調を示し ( $b=1.03$ ), 供試した体重範囲では, 乳用雄子牛の筋肉組織は枝肉組織とはほぼ等速度で成長することが知られた. また図および  $b$  値の標準誤差の大きさから明らかなように, 枝肉組織に対する筋肉組織の相対成長の変異はきわめて小さいものであることが特徴的であった. このことは, 枝肉重量から筋肉組織

重量をほぼ正確に推定しうることを示唆しており, 両者間には  $Y = 0.673 X + 0.433$  ( $R = 0.998$ ) の一次式がえられた. ここで,  $X$  は右半丸枝肉組織重量,  $Y$  は右半丸筋肉重量である.

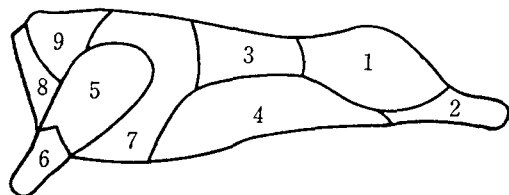
これに対して, 枝肉組織に対する分離脂肪組織の相対成長は優調を示し ( $b=1.47^*$ ), 子牛の哺育期にすでに枝肉組織の成長を顕著に上回る成長が認められた. さらに詳細に検討すれば, 枝肉組織に対して脂肪組織は, 代用乳から人工乳に切りかえた離乳時点 (生体重の約 90 kg 到達時点) を境として 2 相の相対成長型を示し, 離乳後に脂肪組織の成長が大きくなはずみをもつことが推察される. なお, 子牛の枝肉組織に対する脂肪組織の成長の特徴として, 離乳前はかなり大きな変異が認められたのに対して, 離乳後においては変異がきわめて小さいことが図から示唆されて興味深い.

枝肉組織に対する骨組織の相対成長は劣調を示したが ( $b=0.77^*$ ), その回帰性は筋肉組織より

小さいものであった。これは、子牛の2分割の作業で、正確に正中線で分割することが技術的にむずかしいことによる誤差のためと思われる。

## 2. 全筋肉組織に対する「標準筋肉群」の相対成長

Butterfield (1963)<sup>9)</sup> は、枝肉(半丸)を構成する約100の筋をその解剖学的位置や機能によって、Fig. 2に示すような9つの筋群に分類し、これを「標準筋肉群」(Standard muscle groups)と呼ぶことを提唱している。そこで「標準筋肉群」ごとの重量の全筋肉重量に対するHuxleyの成長係数bを求めるとTable 2に示すとおりである。胸部および腰部の脊椎の周囲の筋群(b=1.09\*)と腹壁を構成する筋肉(b=1.18\*)が全筋肉に対して優調の相対成長を示した。一方、前肢末端の筋群(b=0.89\*),肩甲骨あるいは上腕骨の上半から発する前肢の筋群(b=0.95\*),前肢末端の筋群(b=0.84\*)は、全筋肉に対して劣調の相対成長を示し、他の4つの筋群は全筋肉に対して等調の相対成長を示した。



1. Proximal pelvic limb (20)
2. Distal pelvic limb (10)
3. Surrounding spinal column (8)
4. Abdominal wall (8)
5. Proximal thoracic limb (14)
6. Distal thoracic limb (13)
7. Thorax to thoracic limb (5)
8. Neck to thoracic limb (4)
9. Neck to thorax (17)

Fig. 2 Standard muscle groups

腹壁を構成する筋群が全筋肉の成長を上回る成長を示したのは、子牛の哺育過程で複胃が第一胃を中心に急速に発達すること<sup>10,11)</sup>に対する適応と考えられる。試みに供試牛の第一胃と第二胃の合計重量(無内容)に対する成長係数bを求めると顕著な優調(b=1.99\*)を示した。

Butterfield and Berg (1966)<sup>12)</sup> は、去勢牛の腹壁を構成する筋群は全筋肉に対して生後優調から等調、もしくは優調の相対成長を示すことを報告しており、本結果もこれを支持するものとなった。また、脊椎周辺の筋群が腹壁を構成する筋群と同様、全筋肉に対して優調の相対成長を示したことは、その主要筋である胸腰最長筋が次節に示すように優調を示したことによるものと考えられ、単にHammondの成長理論を支持する結果となったこととは別に興味深

Table 2. Relative growth of weights of standard muscle groups to total side muscle weight

Anatomical location (Standard muscle group)	Growth coefficient "b"	Relative growth impetus
1. Proximal pelvic limb	0.99±0.02	Average
2. Distal pelvic limb	0.89±0.04*	Low
3. Surrounding spinal column	1.09±0.03*	High
4. Abdominal wall	1.18±0.04*	High
5. Proximal thoracic limb	0.95±0.02*	Low
6. Distal thoracic limb	0.84±0.04*	Low
7. Thorax to thoracic limb	0.99±0.03	Average
8. Neck to thoracic limb	1.00±0.04	Average
9. Neck and thorax	0.94±0.04	Average

All "b" values (±S. E.) are significant at 1% level.

\* significantly different (P<0.05) from 1.0

い. なお, 前肢あるいは後肢の末端の筋肉が, とともに全筋肉に対して劣調の相対成長を示したが, これも従来の成長理論を支持するものとなった.

### 3. 全筋肉組織に対する各筋の相対成長

つぎに, 分離した筋のうち, 比較的重量が大きく, かつ分離ラインが明瞭な 30 の筋について, 全筋肉に対する相対成長を調べるために Huxley の成長係数  $b$  を求めた結果を示せば Table 3 のとおりである.

Table 3. Relative growth of weights of individual muscle to total side muscle weight

Standard muscle group	Muscle name	Growth coefficients "b"	Relative growth impetus
1	<i>M. tensor fasciae latae</i>	1.10*	High
	<i>M. biceps femoris</i>	0.99	Average
	<i>M. gluteus medius</i>	1.03	Average
	<i>M. vastus lateralis</i>	1.00	Average
	<i>M. rectus femoris</i>	0.99	Average
	<i>M. semitendinosus</i>	1.02	Average
	<i>M. gracilis</i>	1.00	Average
	<i>M. semimembranosus</i>	0.94	Average
	<i>M. adductor</i>	0.97	Average
	<i>Mm. vastus medialis et intermedius</i>	0.87*	Low
2	<i>Mm. gastrocnemius et soleus</i>	0.91	Average
3	<i>M. psoas major</i>	1.00	Average
	<i>M. longissimus thoracis et lumborum</i>	1.13*	High
4	<i>M. obliquus externus abdominis</i>	1.17	Average
	<i>M. obliquus internus abdominis</i>	1.22*	High
	<i>M. transversus abdominis</i>	1.30*	High
	<i>M. rectus abdominis</i>	1.23*	High
5	<i>M. infraspinatus</i>	0.96	Average
	<i>M. triceps brachii (Capue longum)</i>	1.00	Average
	<i>M. supraspinatus</i>	0.98	Average
	<i>M. subscapularis</i>	0.95	Average
	<i>M. brachiocephalicus</i>	0.90*	Low
6	<i>M. extensor carpi radialis</i>	0.88	Average
7	<i>M. latissimus dorsi</i>	1.06	Average
	<i>M. serratus ventralis thoracis</i>	1.01	Average
	<i>M. pectoralis</i>	0.96	Average
	<i>M. pectoralis superficiales</i>	0.88	Average
8	<i>M. rhomboideus</i>	1.09	Average
	<i>M. serratus ventralis cervicis</i>	0.95	Average
9	<i>M. semispinalis capitis</i>	0.72*	Low

All "b" values are significant at 1% level.

\* significant different ( $P < 0.05$ ) from 1.0

全筋肉に対して優調の相対成長を示したのは、腕骨から発する後肢の筋群に属する大腿筋膜張筋 (*M. tensor fasciae latae*), 胸腰部の脊椎周囲の筋群に属する胸腰最長筋 (*M. longissimus thoracis et lumborum*), 腹壁部の筋群に属する内腹斜筋 (*M. obliquus internus abdominis*), 腹横筋 (*M. transversus abdominis*), 腹直筋 (*M. rectus abdominis*) の5筋で、とくに腹壁部の構成3筋の成長係数は大きかった ( $b = 1.22^* \sim 1.30^*$ ). 腹壁部の筋群に属する他の外腹斜筋 (*M. obliquus externus abdominis*) は等調を示したがその成長係数  $b$  は 1.17 と大きなものであった. Butterfield and Berg (1966)<sup>6)</sup> は、腹壁を構成するこれらの筋は、いずれも生後 84 日齢まで全筋肉に対して優調の相対成長を示すことを報告しており、日齢範囲の差を考慮すれば、本結果はこれを支持する知見となる. 一般に上級牛肉として評価されている胸腰最長筋が、腹壁部の筋とともに子牛の哺育期に全筋肉の成長を上回る成長を示したことは、Butterfield and Berg (1966)<sup>6)</sup> の結果とも一致しており、乳用雄牛肥育のもと牛生産上注目される.

一方、全筋肉に対して、明らかに劣調の相対成長を示した筋は、腕骨から発する後肢の筋群に属する内側および中間広筋 (*Mm. vastus medialis et intermedius*), 肩甲骨あるいは上腕骨の上半から発する前肢の筋群に属する上腕頭筋 (*M. brachiocephalicus*), および頸と胸の真正の筋群に属する頭半棘筋 (*M. semispinalis capitis*) の3筋で、それぞれの成長係数  $b$  の値は 0.87\*, 0.90\* および 0.72\* であった.

調査した 30 筋のうち 22 筋が、全筋肉に対して等調の相対成長を示したが、その成長係数  $b$  の値の範囲は、0.88~1.17 とかなり幅広く、個体により相対成長の変異の大きい筋の存在が推察された. 以上のように、筋肉組織は、単一筋のレベルでみれば、それぞれ異なる成長パターンをもって成長していることが明らかであり、このことが子牛の成長過程で個体の外貌や体型に複雑に影響を及ぼしているものと思われる<sup>7)</sup>.

#### 4. 全脂肪組織に対する部位別蓄積脂肪の相対成長

全分離脂肪に対する皮下、筋間、体腔および腎臓の各蓄積脂肪の相対成長を調べた結果は Table 4 に示すとおりである.

全分離脂肪に対して、腎臓脂肪は優調 ( $b = 1.30^*$ ), 皮下脂肪 ( $b = 1.07$ ) と体腔脂肪 ( $b = 1.13$ ) は等調、筋間脂肪は劣調 ( $b = 0.88^*$ ) の相対成長を示した. また、皮下脂肪と筋間脂肪の相対成長係数の標準誤差は、体腔脂肪と腎臓脂肪より小さいものであった. なお供試牛の範囲では、半丸中の全分離脂肪に対する割合は、筋間脂肪がつねに皮下脂肪より大きかったが、これは Johnson *et al* (1972)<sup>13)</sup> の結果と一致するものであった.

Table 4. Relative growth of weights of depot fats to total side fat weight

Fat depot	Growth coefficients "b"	Relative growth impetus
Subcutaneous fat	1.07±0.06	Average
Intermuscular fat	0.88±0.05*	Low
Body cavity fat	1.13±0.12	Average
Kidney fat	1.30±0.13*	High

All "b" values are significant at 1% level.  
\* significant different ( $P < 0.05$ ) from 1.0

## 要 約

乳用雄子牛の哺育期における枝肉組織の成長パターンを相対成長の面から検討した。供試材料は、北海道農試方式によって哺育し、日齢7～195日齢、生体重49.6～197.5 kgで屠殺したホルスタイン種雄子牛19頭の右半丸枝肉である。枝肉組織は、Butterfield and May (1966)の方法に準じて筋肉、脂肪、骨、腱、靭帯、腎臓に分離してそれぞれ秤量し、一次式または、Huxley (1932)の相対成長式にあてはめた。得られた主な結果はつぎのとおりである。

(1) 枝肉全組織に対して、筋肉組織は等調、脂肪組織は優調、骨組織は劣調の相対成長を示した。また、哺育期の半丸筋肉組織重量を半丸枝肉全組織重量から推定する式として $Y=0.673X+0.433$  ( $R=0.998$ )をえた。

(2) 9つの「標準筋肉群」のうち、胸腰部の脊椎の周囲筋群と腹壁部を構成する筋群は、全筋肉組織に対して優調の相対成長を示し、前肢端末の筋群と肩甲骨あるいは上腕骨の上半から発する筋群は劣調の相対成長を示した。他の4つの筋群は等調であった。

(3) 調査した30筋のうち、全筋肉組織に対して5筋が優調、3筋が劣調、22筋が等調の相対成長を示した。上級牛肉として評価されているロースの主体をなす胸腰最長筋が、腹壁を構成する筋とともに優調の相対成長を示したことは乳雄牛肥育のもと牛生産上注目された。

(4) 全分離脂肪に対して腎臓脂肪は優調、皮下脂肪と体腔脂肪は等調、筋間脂肪は劣調の相対成長を示した。

なお、本研究は一部、昭和58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) 農林水産省畜産局食肉鶏卵課編：食肉便覧（昭和58年），中央畜産会，東京（1983）。
- 2) 農林水産省北海道農業試験場：乳用おす子牛による肉生産の手びき，1（1980）。
- 3) Butterfield, R. M. and May, N. D. S.: Muscle of the Ox. University of Queensland Press, Brisbane (1966).
- 4) Huxley, J.: Problems of Relative Growth. 1st. ed., 4. Methuen, London (1932).
- 5) Butterfield, R. M.: 'Relative Growth of the Musculature of the Ox' in Carcass Composition and Appraisal of Meat Animals, CSIRO, Melbourne (1963).
- 6) Butterfield, R. M. and Berg, R. M.: Bes. Vet. Sci., 7, 326 (1966).
- 7) Berg, R. T. and Butterfield, R. M.: New Concepts of Cattle Growth. 95, Sydney University Press, Sydney (1976).
- 8) 稲垣 新：数量生物学のすすめ，26，講談社，東京（1980）。
- 9) 竹下 潔，吉田正三郎，田中彰治，西村宏一：東北農試研報，50，99（1975）。
- 10) 岡田光男，河上尚美，小堤恭平，篠原旭男：草地試研報，7，121（1975）。
- 11) 浅井豊太郎，佐々木康之：東北農試研報，40，209（1970）。
- 12) Butterfield, R. M. and Berg, R. T.: Res. Vet. Sci., 7, 389 (1966).
- 13) Johnson, E. R., Butterfield, R. M. and Pryor, W. J.: Aust. J. Agric. Res., 23, 381 (1972).

### Summary

A total nineteen Holstein male calves of 7 to 195 day of age and 49.6 to 197.5 kg of live weight were slaughtered to study the relative growth patterns of muscle, fat and bone tissues. Right side carcasses were separated into muscle, fat, bone, tendon, ligament and kidney by the total anatomical dissection technique of Butterfield and May (1966). Classification of relative growth pattern was based on the growth coefficients calculated from the allometric growth equation of Huxley (1932).

Relative growth impetus to total side carcass tissue were average for muscle, high for fat and low for bone, respectively. Total muscle tissue weight in a side carcass can be estimated by the following linear equation.  $Y=0.673X+0.433$ , where Y is weight of the total muscle tissue in kg and X is weight of the total side carcass tissue in kg. The muscles of the abdominal wall and surrounding spinal column tended to grow faster than total muscle. Of thirty muscles studied, five muscles were classified as high impetus, twenty two as average, and three as low. It is worth notice that the muscle of longissimus dorsi showed a high impetus growth.