



## 乳用おす子牛の枝肉組織の成長に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 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 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10458/5625">http://hdl.handle.net/10458/5625</a>

## 乳用おす子牛の枝肉組織の成長に関する研究

## Growth Patterns of Carcass Tissues in Holstein Male Calves

福原 利一・原田 宏・守屋 和幸(宮崎大学農学部)

A total sixteen Holstein male calves of 15 to 264 day of age and 49.6 to 182.0 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).

Each of total muscle and bone tissues had a slower growth than live weight, while total fat tissue had a faster growth. Relative growth impetus on 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.  $Y = 18.810 + 0.643 X$ , 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 tended to grow faster than total muscle. Of thirty muscles studied, three muscles were classified as high impetus, twenty-three as average, and four as low. It is worth notice that the longissimus dorsi showed a high impetus growth.

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%強にすぎなかった乳用おす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>。しかしながら乳用おす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、本研究は乳用おす子牛肥育のもと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、乳用おす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えようとして実施したものである。

## 1. 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15~264日齢および体重範囲49.6~182.0kgでと殺したホルスタイン種おす子牛16頭である。これらの子牛は、導入より50kgまでは代用乳として脱脂粉乳のみ給与され、50kgより90kgまでは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、と殺当日の朝給餌した後、絶食させずに午前中に頸動脈切開法によって放血と殺した。枝肉は2分体にした後、24~48時間1~2°Cの冷蔵室に保管した後、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、靭帯、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 $Y = a + bX$ および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、生体重に対する筋肉、脂肪、骨の各組織の相対成長、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>6)</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離脂肪重量に対する皮下脂肪と筋間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>。

## 2. 結果および考察

### 2.1 生体重に対する筋肉、脂肪 および 骨組織の相対成長

解体した右半丸の各組織重量を 2 倍して、生体重と筋肉、脂肪および骨組織重量との関係を示すと Fig. 1 のとおりである。供試した生体重 49.6~182.0kg の子牛では、体重の増加に伴い枝肉の各組織重量はいずれもほぼ直線的に増加した。これに一次式  $Y = a + bX$  をあてはめると、筋肉  $Y = 6.021 + 0.270X$  ( $R = 0.976$ ), 脂肪  $Y = -1.527 + 0.049X$  ( $R = 0.927$ ), 骨  $Y = 3.435 + 0.088X$  ( $R = 0.984$ ) となり、いずれも有意な ( $P < 0.01$ ) 一次回帰性が認められ、生体重が 10kg 増加するごとに枝肉を構成する筋肉は 2.70kg, 脂肪は 0.49kg, 骨は 0.88kg ずつ増加することが期待された。

つぎに Huxley の相対成長式  $\log Y = \log a + b \log X$  をあてはめ、成長係数  $b$  を求めると、いずれも有意であり ( $P < 0.01$ ), 筋肉は劣調 ( $b =$

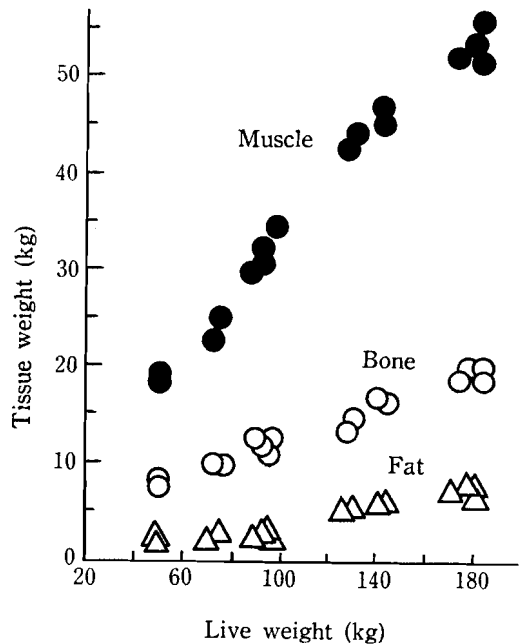


Fig. 1 Growth of carcass tissues relative to live weight

0.848), 脂肪は優調 ( $b = 1.338$ ), 骨は劣調 ( $b = 0.717$ ) を示した。乳用おす子牛の枝肉歩留は生時より数か月間は成長に伴い低減することは竹下ら(1975)<sup>9)</sup>および岡田ら(1975)<sup>10)</sup>によって明らかにされており、本研究の供試牛の日齢範囲においても、体重の増加に伴い約61%から45%まで低減した。したがって、枝肉の主要組織である筋肉および骨の成長が生体重の成長に対して劣調を示すことは予測されたことであるが、脂肪組織の成長が子牛の哺育期にすでに生体重に対して優調を示したことは乳用おす肥育もと牛の生産に関連して注目すべき点と思われる。

なお、Fig. 1 を詳細に検討すると、生体重の約 90kg (人工乳に切りかえた離乳期に相当する) を境にして、脂肪組織の成長が急に増大する一方、筋肉組織の成長がやや鈍化することが推察される。このことから、子牛の哺育期においても、生体重に対して筋肉および脂肪組織は複相の相対成長型を示すことが示唆されたが、本研究ではデー

タ数が少ないのであえて2分せず全データをまとめて処理するにとどめた。

2.2 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て把握することが一般には理解されやすいので、つぎに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. 2 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。枝肉全組織に対する筋

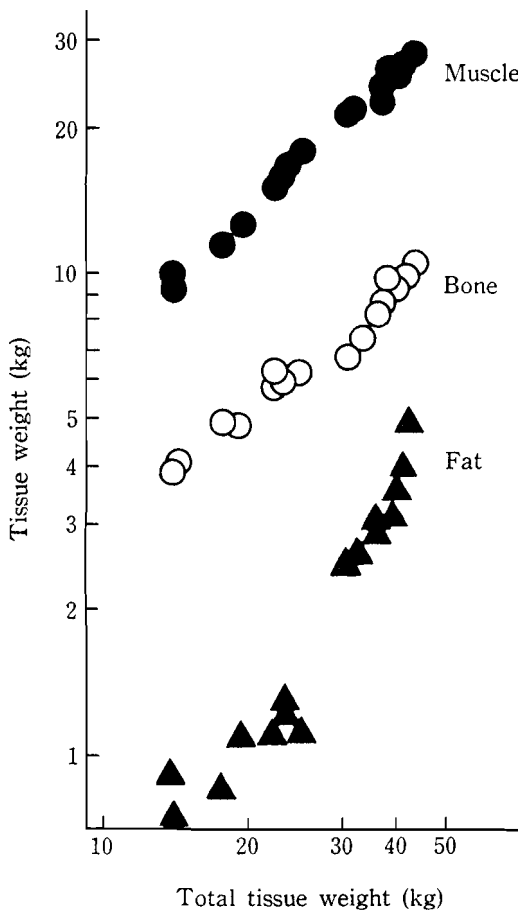
**Table 1** Relative growth of weights of muscle, fat and bone tissues to total tissue<sup>1)</sup> weight in right side carcass

Tissue	Growth coefficients 'b'	Relative growth impetus
Muscle	0.995±0.016	Average
Fat	1.597±0.110*	High
Bone	0.833±0.035*	Low

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

\* significantly different (P<0.05) from 1.0

1) total tissue=muscle+fat+bone+tendon+ligament+kidney



**Fig. 2** Relative growth of weights of muscle, fat and bone to total tissue weight in right side carcass

肉組織の相対成長は単相の等調を示し ( $b = 0.995$ ), 供試した体重範囲では、乳用おす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も明らかなように、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  $Y = 18.810 + 0.643 X$  ( $R = 0.996$ ) 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。

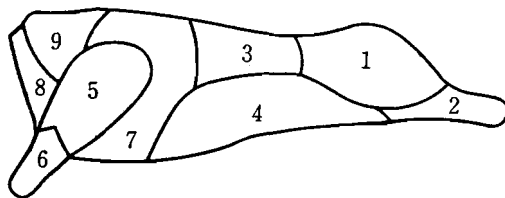
これに対して、枝肉組織に対する分離脂肪組織の相対成長は優調を示し ( $b = 1.597$ ), 子牛の哺育期にすでに枝肉組織の成長を顕著に上回る成長が認められた。さらに詳細に検討すれば、枝肉組織に対して脂肪組織は、離乳時点を境として2相の相対成長型を示し、離乳後に脂肪組織の成長が大きくなはずみをもつことが推察される。なお、子牛の枝肉組織に対する脂肪組織の成長の特徴として、離乳前はかなり大きな変異が認められたのに対して、離乳後においては変異がきわめて小さいことが図から示唆されて興味深い。

枝肉組織に対する骨組織の相対成長は劣調を示したが ( $b = 0.833$ ), その回帰性は筋肉組織より小さいものがあつた。これは、子牛の枝肉の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。

### 2.3 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. 3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。腹壁を構成する筋群のみ、全筋肉に対して優調( $b=1.192$ )の相対成長を示し、他の8つの筋群は、全筋肉に対して等調の相対成長を示した。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の体重に対する成長係数 $b$ を求めると顕着な優調( $b=1.99$ )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、本結果と一



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. 3 Standard muscle groups

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

Anatomical location (Standard muscle group)	Growth coefficients 'b'	Relative growth impetus
1. Proximal pelvic limb	0.980±0.022	Average
2. Distal pelvic limb	0.992±0.061	Average
3. Surrounding spinal column	1.094±0.047	Average
4. Abdominal wall	1.192±0.046*	High
5. Proximal thoracic limb	0.946±0.027	Average
6. Distal thoracic limb	0.969±0.070	Average
7. Thorax to thoracic limb	0.964±0.042	Average
8. Neck to thoracic limb	0.917±0.061	Average
9. Neck and thorax	0.906±0.044	Average

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

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

致する。全筋肉に対して等調の相対成長を示した8つの筋群のうち、胸腰部の脊椎の周囲の筋群は腹壁を構成する筋群について大きな成長係数がえられた( $b=1.094$ )。これに対して、頸と胸の真正の筋群および前肢に付着している筋群の成長係数は比較的小きな値であった( $b=0.906$  および  $0.917$ )。このように筋肉組織は、「標準筋肉群」のレベルで見れば、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となり、これが牛体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ことが推察される<sup>7)</sup>。

### 2.4 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に判別できた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。全筋肉に対して優調の相対成長を示したのは、胸腰部の脊椎の周囲の筋群に属する胸腰最長筋(Mm. 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)の3筋で、とくに腹壁部に属する2筋の成長係数は大きかった( $b=1.373$  および  $1.313$ )。腹壁部の筋群に属する他の外腹斜

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

Standard muscle group	Muscle name	Growth coefficients <sup>b</sup>	Relative growth impetus
1.	M. tensor fasciae latae	1.093	Average
	M. beiceps femoris	0.971	Average
	M. gluteus medius	1.053	Average
	M. vastus lateralis	1.044	Average
	M. rectus femoris	1.009	Average
	M. semitendinosus	1.013	Average
	M. gracilis	0.927	Average
	M. semimembranosus	0.994	Average
Mm. vastus medialis et intermedius	M. adductor	0.798*	Low
	Mm. vastus medialis et intermedius	0.769*	Low
2.	Mm. gastrocnemius et soleus	0.977	Average
3.	M. psoas major	1.008	Average
	Mm. longissimus thoracis et lumborum	1.177*	High
4.	M. obliquus externus abdominis	1.146	Average
	M. obliquus internus abdominis	1.373	High
	M. transversus abdominis	1.318*	High
	M. rectus abdominis	1.157	Average
5.	M. infraspinatus	1.005	Average
	M. triceps brachii (Caput longum)	0.985	Average
	M. supraspinatus	0.988	Average
	M. subscapularis	0.966	Average
	M. brachiocephalicus	0.815*	Low
6.	M. extensor carpi radialis	0.923	Average
7.	M. latissimus dorsi	0.953	Average
	M. serratus ventralis thoracis	0.942	Average
	M. pectoralis profundus	0.987	Average
	Mm. pectoralis superficiales	0.925	Average
8.	Mm. rhomboideus	0.853	Average
	M. serratus ventralis cervicis	0.961	Average
9.	M. semispinalis capitis	0.774*	Low

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

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

筋 (M. obliquus externus abdominis) および腹直筋 (M. rectus abdominis) は等調を示したが、その成長係数は1より大きかった ( $b = 1.146$  および  $1.157$ )。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、乳用おす肥育

のもと牛生産上注目される。

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転筋 (M. adductor)、内側および中側広筋 (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頸半棘筋 (M. semispinalis capitis) の4筋であった ( $b = 0.798, 0.769, 0.815$  および  $0.774$ )。

調査した30筋のうち23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

**Table 4** Relative growth of weights of subcutaneous and intermuscular fat depots to total side fat weight

Fat depot	Growth coefficients 'b'	Relative growth impetus
Subcutaneous fat	0.795±0.097	Average
Intermuscular fat	0.960±0.066	Average

は、0.853~1.157とかなり幅広い範囲にあり、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。また、すでに触れた腹壁を構成する筋群に属する筋のほか、臍骨から発する後肢の筋群、胸腰部の脊椎の周囲の筋群に属する筋に成長係数が1.0以上のものが多い傾向がみられた。

### 2.5 全脂肪組織に対する皮下脂肪および筋間脂肪の相対成長

全分離脂肪に対する皮下脂肪および筋間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。いずれの部位の脂肪も全脂肪に対して等調の相対成長を示したが、その成長係数は筋間脂肪が0.960 とほぼ1.0に近い値であったのに対し、皮下脂肪は0.795 と小さいものであった。このように皮下脂肪の成長係数が小さい値であるにもかかわらず統計的に有意な劣調を示さなかったのは、その標準誤差の大きさからもうかがえるように個体による相対成長の変異がきわめて大きいことによるものであった。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。

### 3. 要 約

乳用おす子牛の哺育期における枝肉組織の成長を相対成長の面から検討した。供試材料は、北海道農業試験場方式によって哺育し、日齢15~264日齢、生体重49.6~182.0kgでと殺したホルスタイン種おす子牛16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組織、脂肪組織、骨組織、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。えられた主な結果はつぎのとおりである。

- (1) 筋肉、脂肪、骨の各組織重量は、生体重の増加に伴いほぼ直線的に増加し、いずれも一次式がよく適合した。また、生体重に対して筋肉組織および骨組織は劣調 ( $b=0.848\sim 0.717$ )、脂肪組織は優調 ( $b=1.338$ ) の相対成長を示した。
- (2) 枝肉全組織に対して、筋肉組織は等調 ( $b=0.995$ )、脂肪組織は優調 ( $b=1.597$ )、骨組織は劣調 ( $b=0.833$ ) の相対成長を示した。なお、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  $Y=18.810+0.643X$  ( $R=0.996$ ) をえた。
- (3) 9つの「標準筋肉群」のうち、腹壁を構成する筋群のみ、全筋肉組織に対して優調 ( $b=1.192$ ) の相対成長を示したが、他の8つの筋群はいずれも等調の相対成長を示した ( $b=0.906\sim 1.094$ )。
- (4) 調査した30の主要筋のうち、腹壁部を構成する筋群に属する内腹斜筋、腹横筋とともに、胸腰部の脊椎の周囲筋群に属する胸腰最長筋の3筋のみが全筋肉組織に対して優調の相対成長を示した。また劣調の相対成長を示したのは4筋で他の23筋はいずれも等調であった。
- (5) 全分離脂肪に対して皮下脂肪および筋間脂肪はいずれも等調の相対成長を示したが ( $b=0.795$  および  $0.960$ )、個体による変異は皮下脂肪が大きかった。

### 文 献

- 1) 農林水産省畜産局食肉鶏卵課編(1983)食肉便覧(昭和58年)、中央畜産会、東京。

- 2) 農林水産省北海道農業試験場(1980) 乳用おす子牛による肉生産の手びき, 1-79.
- 3) Butterfield, R. M. and May, N. D. S. (1966) Muscle of the ox. University of Queensland Press, Brisbane.
- 4) Huxley, J. (1932) Problems of relative growth. 1st. ed., 4. Methuen, London.
- 5) Butterfield, R. M. (1963) 'Relative growth of the musculature of the ox' in Carcass Composition and Appraisal of Meat Animals, CSIRO, Melbourne.
- 6) Butterfield, R. M. and Berg, R. T. (1966) Res. Vet. Sci., 7, 326.
- 7) Berg, R. T. and Butterfield, R. M. (1976) New concepts of cattle growth. 95. Sydney University Press, Sydney.
- 8) 稲垣 新(1980) 数量生物学のすすめ, 26. 講談社, 東京.
- 9) 竹下 潔, 吉田正三郎, 田中彰治, 西村宏一(1975) 東北農試研報, 50, 99.
- 10) 岡田光男, 河上尚美, 小堤恭平, 篠原旭男(1975) 草地試研報, 7, 121.
- 11) 浅井豊太郎, 佐々木康之(1970) 東北農試研報, 40, 209.
- 12) Butterfield, R. M. and Berg, R. T. (1966) Res. Vet. Sci., 7, 389.
- 13) Johnson, E. R., Butterfield, R. M. and Pryor, W. J. (1972) Aust. J. Agric. Res., 23, 381.