

6章 産肉生理と枝肉評価

1. 産肉生理の基本

1) 組織部位の発達順序

- ①牛体組織の発達には神経、骨、赤肉、脂肪の順番。
- ②各組織部位の発達最大月齢は、体重と枝肉が12ヵ月齢、赤肉が10ヵ月齢、枝肉脂肪が18ヵ月齢であるが、その後も発達する。

(1) 組織の発達

肉用牛の肥育においては、肉用牛の内臓各器官や赤肉、脂肪などの組織が発達する時期を理解し、これらの発達に合わせて必要な飼料を与えることが重要となります。体に取り入れられた栄養は血液により身体の各部位に運ばれ、一定の優先度に従って組織や器官に配分されます。発達の順番としては、脳（神経系）が最優先で、次に骨、筋肉、脂肪の順となっています（図6-1）。

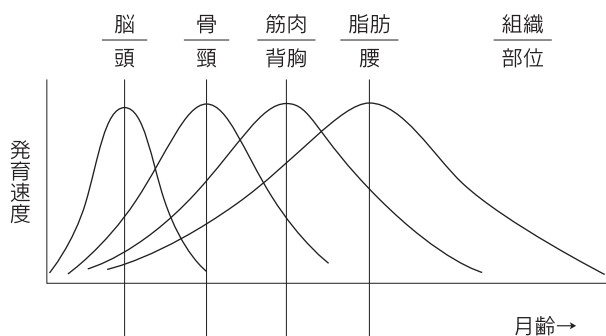
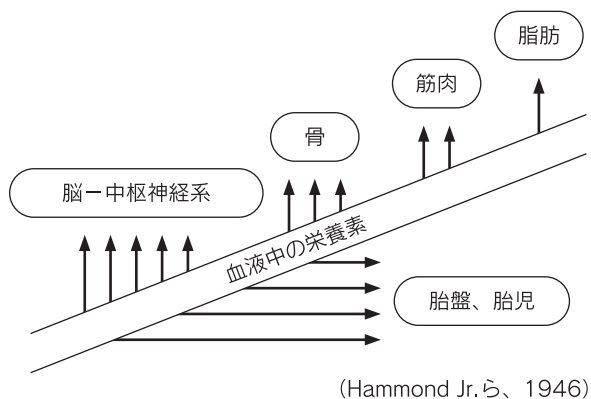


図6-1 発達の順序

各部位の発達について検討した報告（図6-2）によると、枝肉および体重の発達最大月齢は12ヵ月齢で、これを中心に4～21ヵ月齢の期間はほぼ直線的に増加を示します。赤肉の発達期は10ヵ月齢を中心に3～18ヵ月齢、枝肉脂肪では18ヵ月齢を中心に12～23ヵ月齢とされています。このように、各部位の発達を終了する月齢は若いのですが、出荷時期の決定に当たっては枝肉の肉質も考慮しなければなりません。

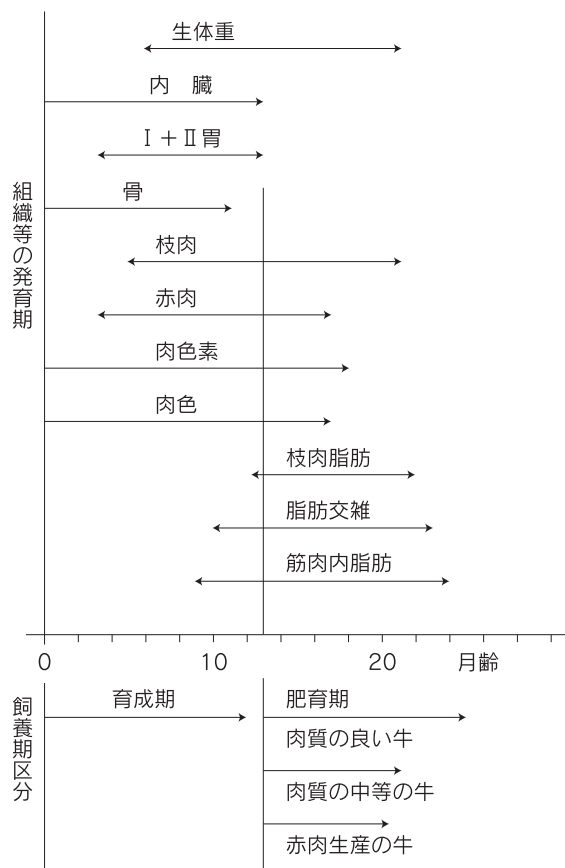


図6-2 組織の发育期と飼養期区分

(2) 筋肉組織の発達

筋肉は筋肉繊維と結合組織からなり、筋肉繊維は筋肉細胞で作られています。筋肉細胞が集まり筋繊維を、筋繊維が集まり筋小束を作り、それらがいくつか集まり、外筋周膜によって取り囲まれた筋束を形成しています。肉用牛では筋束内・筋束間を縦走している血管の周囲に脂

肪細胞が形成されやすく、これが脂肪交雑となります（図6-3）。

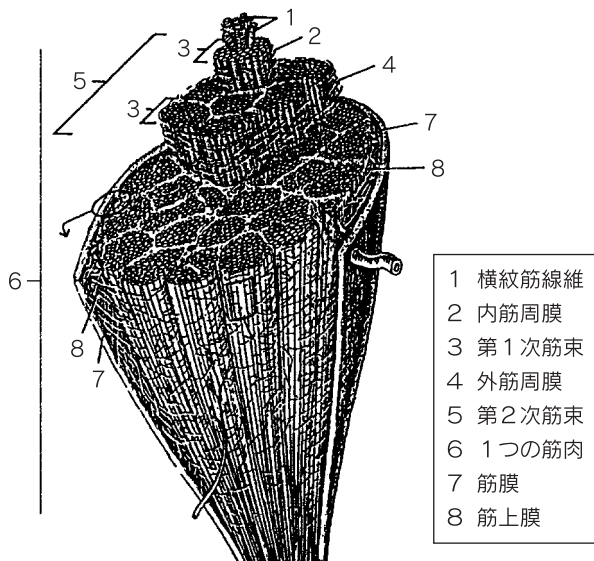


図6-3 骨格筋の構造
(藤田恒夫訳、立体組織学図講を簡略化)

胎子では筋細胞の数が増加することにより筋肉重量が増加しますが、生後の成長に伴う筋肉重量の増加は筋細胞の数の増加ではなく、筋細胞の太さの増加によります。この筋肉中の筋細胞数は、主として遺伝により決定されますが、発育初期の栄養状態やホルモン等の影響を受けます。また、筋繊維の太さも遺伝的要因が大きいのですが、栄養状態、ホルモン分泌・バランス、運動の程度によっても変化します。当然ですが、同一個体でも筋肉の部位により筋繊維の太さが異なっています。

肉質の良否を肉の外観から判断する基準として「きめ」がありますが、この「きめ」は筋束の細かさを意味し、細いものが良質と判断されます。筋肉は蛋白質を多く含む組織のため、筋肉の成長には蛋白質を多く必要とします。筋肉はまた蛋白質の貯蔵庫としての役割を担っており、栄養状態が悪化すれば、生体の機能維持に必要な蛋白質を全身に供給します。このとき、筋肉内の筋繊維分解が促進されるため、変化しやすい組織でもあります。

(3) 脂肪組織

脂肪組織は脂肪細胞からできており、体内の熱発散の防止、内臓や運動器官の保護、体内で

のエネルギー貯蔵器官等の役割を持っています。この組織には大きく白色脂肪組織と褐色脂肪組織があり、前者は貯蔵脂肪を分解することにより全身にエネルギーを供給しますが、後者は特定の部位に偏在し、急激な環境温度の変化に対応し迅速に熱を産生するという役割の違いがあります。また、脂肪組織は部位により発育する時期が異なり、内臓、筋間、皮下、筋肉内の順に蓄積されます。

動物はエネルギーが不足すると白色脂肪組織内の脂肪を分解し、遊離脂肪酸（FFA）とグリセリンが放出され熱となります。この脂肪分解を促進する物質として、アドレナリン、グルカゴン、副腎皮下刺激ホルモン、甲状腺ホルモンなどがありますが、逆に脂肪分解の抑制にはインスリンが関与しています。

2) 脂肪交雑

- ①脂肪交雑を作る脂肪細胞は脂肪前駆細胞から分化。
- ②脂肪交雑を良好にするためビタミンAの適正な給与法が重要。

(1) 脂肪交雑とその形成

筋肉組織への脂肪の蓄積を脂肪交雑と言い、一般的には「サシ」と呼んでいます。サシの程度はロース芯の断面で評価しています。脂肪が白い点となっており、この小さな点（小ザシ）が多く、濃密に入ったものが良い枝肉と評価されています。このサシは脂肪のため、グリセリンと脂肪酸が結合したトリグリセリド（TG）からなり、脂肪酸の種類と割合が融点に影響しており、それが食味にも影響を及ぼしています。

筋肉への脂肪蓄積は筋肉内に分布する血管の周辺から始まるため、血管の分布が多い外筋周膜により多く脂肪交雑が形成されます。さらに脂肪蓄積が進行すれば、内筋周膜や筋内膜にも形成されます。また、脂肪交雑を多く蓄積されるためには、過剰なエネルギーを脂肪として蓄える脂肪細胞が多く存在する必要があります。

なお、筋束の太さには系統や個体間に違いが認められ、二次筋束の外周膜に脂肪が多く蓄積

されるといわれる大ザシに、内筋周膜や筋内膜に蓄積が多いと小ザシになりやすいとされています。

(2) 脂肪細胞の形成

サシの形成には筋束内の脂肪細胞数が影響します。脂肪が合成され蓄積される前の細胞を脂肪前駆細胞と呼びます。従来は、この細胞の分化は出生後まもなく終わるとされてきましたが、牛、豚および人の脂肪細胞には局所的機能が存在し、脂肪前駆細胞の分化を特異的に促進する因子があり、成熟動物でも栄養条件やホルモン等により脂肪細胞が分化すると言われています。脂肪前駆細胞の増殖と分化を図6-4に示しました。

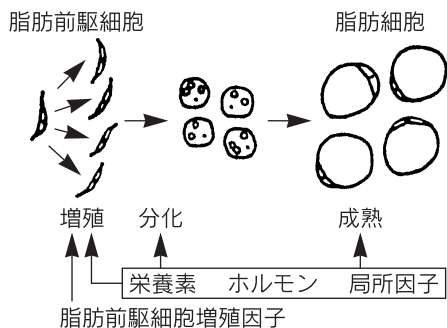


図6-4 脂肪前駆細胞の増殖と分化
(矢野ら)

(3) 脂肪細胞の形成とビタミンA

ビタミンAを適切に管理することが肉質向上に必要であることを、肥育牛の飼養管理で解説しました(解説編第4章の4項)。近年、血漿や肝臓中のビタミンA濃度が低い個体の脂肪交雑が良好であるとされ、肥育現場においてもビタミンAの適正な給与が行われています。試験結果においても、ビタミンAを適切に給与すると牛脂肪交雑基準値が高く、牛肉色基準値が低く、ロース芯面積が大きい傾向が認められています。

その理由は、レチノール(狭義のビタミンA)の活性型であるレチノイン酸が、細胞内受容体と結合して直接遺伝子の発現を調節する物質であるからです。牛の脂肪前駆細胞にレチノール、レチノイン酸を添加すると脂肪細胞への分化が阻害されます。このことは、脂肪細胞の分化抑制物質であるビタミンAが減少すると、抑制が解除され脂肪細胞の分化が進む可能性を示しています。

2. 枝肉評価

1) 枝肉評価

- ①格付成績は歩留等級と肉質等級から表示。
- ②歩留等級は歩留基準値により3段階(A、B、C)評価される。
- ③肉質等級は「脂肪交雑」、「肉の色沢」、「肉の締まり及びきめ」、「脂肪の色沢と質」の4項目に等級を付け、その項目等級で最も低い等級となる。

(1) 歩留等級

<歩留等級区分と等級呼称>

歩留等級区分は3区分であり、等級呼称はA、B、Cです。

等級	歩留基準値	歩留
A	72以上	部分肉歩留が標準より良いもの
B	69以上72未満	部分肉歩留が標準のもの
C	69未満	部分肉歩留が標準より劣るもの

<歩留等級の決定>

歩留等級は、枝肉冷屠体重量(半丸枝肉kg)及び第6~7肋骨間切開面における胸最長筋面積(cm^2)、ばらの厚さ(cm)、皮下脂肪の厚さ(cm)を測定し、次の歩留基準値の算式により歩留基準値を算出し、歩留等級を決定します。

歩留基準値の算式

$$\begin{aligned} \text{歩留基準値} = & 67.37 + [0.130 \times \text{胸最長筋面積}(\text{cm}^2)] + [0.667 \times \text{「ばら」の厚さ}(\text{cm})] \\ & - [0.025 \times \text{枝肉冷屠体重量}(\text{半丸枝肉kg})] \\ & - [0.896 \times \text{皮下脂肪の厚さ}(\text{cm})] + 2.049 (\text{肉用種の枝肉のみ加算}) \end{aligned}$$

<歩留等級の補正>

上記の規定にかかわらず、枝肉が以下のいずれにか該当する場合には、1等級下に格付けしても差し支えないものとします。

- ① 切開面における筋間脂肪が、枝肉重量および胸最長筋面積に対して、相対的に厚いもの。
- ② 「もも」の厚みに欠け、かつ、「まえ」と「もも」の釣合を著しく欠くもの。

(2) 肉質等級

＜肉質等級区分と等級呼称＞

肉質等級区分は5区分であり、等級呼称は5、4、3、2、1とします。

＜肉質等級の決定＞

肉質等級は、「脂肪交雑」、「肉の色沢」、「肉の縮まり及びきめ」並びに「脂肪の色沢と質」の4者について判定するものとし、その項目別等級のうち、最も低い等級に格付けされたものとしします。

ア、脂肪交雑

脂肪交雑の判定は脂肪交雑基準（BMS：ビーフ・マーブリング・スタンダード）で評価し、No.1～No.12の12段階に区分されます。

脂肪交雑等級	BMS No
1	No.1
2	No.2
3	No.3とNo.4
4	No.5～No.7
5	No.8～No.12

イ、肉の色沢

肉の色沢は枝肉の肉色、肉の色相や明るさを基礎として作成した牛肉色基準（BCS：ビーフ・カラー・スタンダード）と照合し、光沢の程度を加味して等級を決定します。

等級	肉色(BCS No.)	光沢
5 かなり良いもの	3～5	かなり良いもの
4 やや良好なもの	2～6	やや良いもの
3 標準なもの	1～6	標準なもの
2 標準に準じるもの	1～7	標準に準じるもの
1 劣るもの	等級2～5以外	劣るもの

BCS値は淡い赤色をNo.1とし濃赤色のNo.7までの7区分。

ウ、肉の縮まり及びきめ

肉の縮まりは、筋肉断面に浸出する浸出液の多少、切断面の筋肉の陥没の程度に重点をおいて判断します。この縮まりは脂肪交雑および保水性と関連が高く、脂肪は枝肉の温度が低下するに従い固化するので、脂肪交雑が優れているものが縮まりが良くなります。また、きめは筋束の細かさを表し、きめの細かなものが良質とされます。

エ、脂肪の色沢と質

脂肪色については牛脂肪色標準（BFS：ビーフ・ファット・スタンダード）により判定し、光沢と質を判定し等級が決定されます。BFSはNo.1を白色とし、淡いクリーム色、クリーム色、黄色へとNo.7までの7段階となっています。黒毛和種の脂肪色はNo.2～4の範囲が高い評価を得ています。また、光沢と質は肉眼で判定し、質は脂肪の粘り、柔らかさの事をさします。

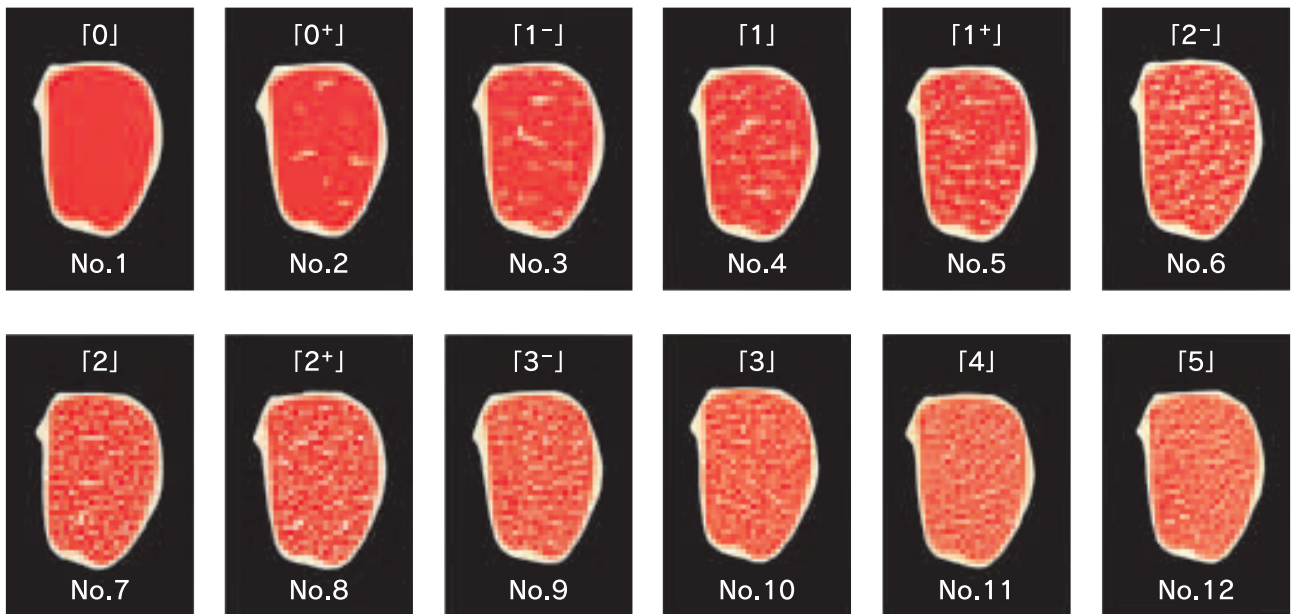


図6-5 牛脂肪交雑基準 (BMS)

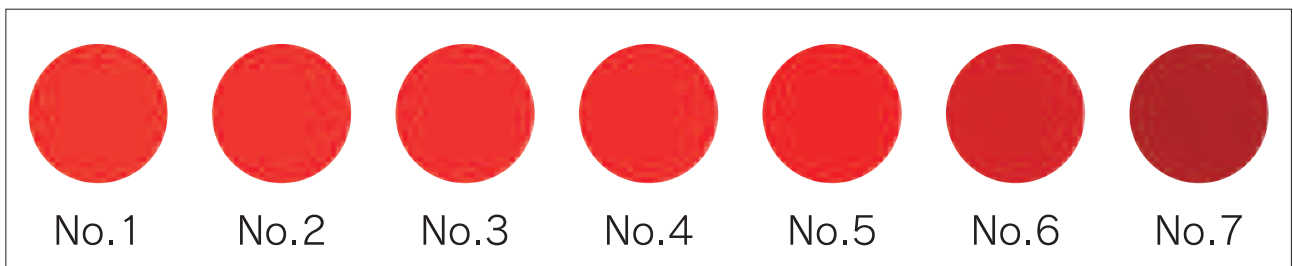


図6-6 牛肉色基準 (BCS)



図6-7 牛脂肪色基準 (BFS)

■ 3. 格落ち原因と対策

1) 北海道の枝肉格落ち理由

- ①北海道の格付成績はほぼ全国水準となっているが、「A-2」の割合が多いのが課題。
- ②歩留等級がBとCに格付された枝肉は、コース芯が細い、ばらが薄い、皮下脂肪が厚いなどであり、またこれらの要因が複数ある場合が多い。
- ③肉質等級は脂肪交雑等級に大きく規定され、肉色、締まり及びきめが劣ると等級が下がる。

平成15年の去勢牛の格付成績は北海道も全国並となっています。全国の成績では約90%がA評価であり、「A-4」が32.2%と最も多く、「A-3」が30.2%と続いています。一方北海道の成績は「A-5」から「A-3」までほぼ全国平均ですが、「A-2」が全国より多いという特徴を持っています。

表6-1 黒毛和種去勢牛の格付結果の概要 (%)

		肉 質 等 級				
		5	4	3	2	1
歩留等級	A	13.2 (15.0)*	32.2 (29.5)	30.2 (30.7)	10.8 (17.1)	0.0 (0.0)
	B	0.4 (0.3)	2.7 (1.2)	5.6 (2.9)	4.1 (3.2)	0.1 (0.0)
	C	0 (0)	0 (0)	0.1 (0.1)	0.3 (0.3)	0.3 (0.3)

注 平成15年 格付頭数228,129.5頭 ((社)日本食肉格付協会)
()は北海道

格付結果を歩留等級で見ると、B等級ではA等級に比較しコース芯面積が小さく、ばら部厚が薄く、皮下脂肪が厚い傾向にあり、C等級ではよりコース芯面積が小さく、皮下脂肪厚が厚いことが格落ち理由となっています。

表6-2 黒毛和種去勢牛の格付結果の概要 (平成15年)

等 級	A	B	C
歩留基準値 (%)	73.9	71.3	68.5
枝肉重量左 (半丸kg)	222.5	225.4	240.0
コース芯面積 (cm ²)	53.9	44.2	40.4
ばら部厚 (cm)	7.6	7.0	6.8
皮下脂肪厚 (cm)	2.3	3.3	5.2

北海道の枝肉共励会における肉質項目ごとの等級は、「脂肪交雑」4以上が64%であり、脂肪交雑がやや劣るとされる2等級が少ないです。「色沢」と「締まりきめ」は3等級が約24%、やや劣るとされる2等級も約13%あり他の項目より評価が低くなっています。「脂肪の色沢と質」では大部分が5等級と評価され、現在の肥育方法で脂肪には問題がないものと判断されます。

表6-3 北海道枝肉共励会における等級分布 (頭)

等級	脂肪交雑	色沢	締まりきめ	脂肪の色沢と質
1	0	0	0	0
2	19 (3.6)	31(12.4)	35(14.0)	0
3	70(28.1)	63(25.3)	58(23.3)	0
4	82(32.9)	77(30.9)	74(29.7)	17 (6.8)
5	78(31.3)	78(31.3)	82(32.9)	232(93.2)

注 ()は% (平成15・16年度北海道枝肉共励会)

次に、脂肪交雑等級を基準として、「色沢」と「締まりきめ」等級の関係を見ると、脂肪交雑等級と同様の評価が193頭 (77.5%)と最も多くなっています。脂肪交雑等級より「色沢」と「締まりきめ」等級が低い評価であった枝肉が39頭 (15.7%)みられ、反対に、脂肪交雑等級より高い評価がある枝肉もありますが多くありませんでした。このように、脂肪交雑と色沢・締まりきめが同程度の評価をされている枝肉が多い反面、色沢や締まりきめが悪く肉質等級を下げている枝肉も多くあります。

表6-4 枝肉共励会における肉質項目間の比較 (脂肪交雑等級評価に比較し)

項 目	頭 (%)
色沢の評価が低い	12 (4.8)
締まりきめの評価低い	12 (4.8)
色沢・締まりきめの評価が低い	15 (6.0)
色沢・締まりきめの評価が同じ	193 (77.5)
色沢の評価が高い	6 (2.4)
締まりきめの評価高い	4 (1.6)
色沢・締まりきめの評価が高い	7 (2.8)

(平成15・16年度北海道枝肉共励会)

2) 瑕疵 (カシ) とその対策

- ①瑕疵は枝肉の商品価値を低下させ、枝肉価格を低下させる。
- ②道内の発生率は9%で、カツジョ、アタリおよびシミが多く発生している。
- ③瑕疵の種類により原因と対策が異なるので、適切な対応を取る必要がある。

表6-5 黒毛和種去勢牛の瑕疵の発生率
(北海道枝肉市場)

	頭数(割合)	枝肉単価の差(円)
シ ミ	39 (1.1)	-248.5
ズ ル	26 (0.7)	-85.8
シ コ リ	30 (0.9)	-92.6
ア タ リ	96 (2.6)	-40.1
カツジョ	113 (3.2)	-121.6
そ の 他	10 (0.3)	-106.9
な し	3,177(91.0)	0.0

データは2000.4.3~2001.9.3、2002.7.22~2003.10.4
岡本ら(肉用牛研究会報、78:61-66、2005)

(1) 瑕疵の種類と発生率

瑕疵とは枝肉の商品性を損なうキズや欠点であり、道内の発生率は約9%と意外と多くあり、瑕疵と評価されると枝肉価格は大きく低下します(表6-5)。瑕疵の種類としてはカツジョが最も多く、アタリ、シミが続いています。

(2) 瑕疵の所見とその対策

瑕疵の種類による所見、原因とその対策は表

表6-6 瑕疵の所見、原因とその対策

種 類	所 見	原因とその対策
シ ミ	筋肉内に黒いスポット状の点(血液の塊)が入る。	毛細血管が出荷時、屠殺のストレスや異常な興奮、発熱等により破れ、筋肉内に血液が残る状態です。牛の取り扱いに万全の注意が必要となります。ビタミンEを含んだ飼料を給与します。
ズ ル	胸部、腹部、四肢等の皮下織に浮腫があるものから、全身の筋肉や筋間脂肪織までの水腫など多様です。	特にビタミンAの欠乏した肥育牛に多く認められます。肥育期間は過度なビタミンA制限をしないようにします。(解説編第4章の4項参照)。
シ コ リ	枝肉のカット面の筋肉に発症。筋肉が脂肪組織や結合織に置換され、肉固有の色を失った脂肪塊様となったもの。	原因は明確となっていないませんが、過度の肥育期間の延長や大麦給与仕上げ牛に散見されます。外傷やビタミンE欠乏も関与すると言われています。
ア タ リ	皮下や筋肉等に出血がある状態。	角で突かれる、輸送時の外傷が直接の原因となっています。除角するなど管理が重要です。
カツジョ	外傷による出血(炎症)部位などが限定して除かれた状態。	古い傷跡や炎症、良性の瘤など様々な理由です。部位、症状から削除の理由を確かめ、取り除ける原因については対応します。

表6-7 引き合いが強い枝肉と弱い枝肉

項 目	引き合いが強い枝肉	引き合いが弱い枝肉
体型、部分肉歩留及び正肉歩留	枝肉にハリと厚みがあり、まえともものバランスが良く、腰部分が厚く、ロース芯とばらが大きく、筋間脂肪が少なく皮下脂肪の厚さが適当なもの。	各部のバランスが悪く、ロース芯の小さいもの、ばらの薄いもの、筋間脂肪(かみ)が大きく、皮下脂肪が厚いもの。
脂肪の質	適度の硬さがあり、光沢が良く粘りがあり、薄いクリーム色のもの(BFS3~4)。	硬く粘りのないもの、軟脂のもの、色が赤味がかったものや黄色味が強いもの。
肉の質	きめが細かく、なめらか(ピロード状)で締まりが良いもの。肉色は浅く光沢の良いもの。	きめが粗く硬いもの、肉の断面からドリップが出て締まらないもの(肉色の変化も早い)、肉色が濃く光沢がないもの。
サシの入り方	ロース芯のサシは小サシが良くはい入る方が好まれます。モモ・ばら・カブリへのサシの入り具合で同等級間でも価格差が大きくなります。	

3) 肉質の変動要因は

(1) 脂肪交雑

- ①脂肪交雑は遺伝的要因が大きく関与している。
- ②運動量やストレスなどの管理の仕方で大きく影響。
- ③給与飼料の量や質も関与するが、ビタミンAの適正な給与が大切。

脂肪交雑に大きく影響する要因を表6-8に取りまとめました。

脂肪交雑は品種および系統などの遺伝的要因が大きく関与し、肥育方法では月齢および肥育度合いが重要となります。脂肪交雑は12ヵ月齢頃から入り始め、20~24ヵ月齢まで直線的に増加することが知られています。しかし、系統および血統などの違いにより大きな差が生じることから、系統別に成長月齢毎に発育生理を十分把握した上で飼育管理することが必要となります。また仕上げ体重との関連では、600kgまで筋肉中の脂肪含量が増加しますが、それ以降は脂肪交雑の改善はあまり期待できないので、肥育期間の単なる延長は避けるべきです。

脂肪交雑の形成を促進させるためには、運動を制限して牛を安静に管理する。特に肥育の進んだ牛は安静を保つことが必要です。手荒な取り扱い、密飼い、飼料の急変および牛群の組み替えなどは避けなければなりません。ストレスが多い管理ではアドレナリンの分泌が促進され、それまで蓄積されてきた脂肪やグリコーゲンが消費され、結果的に脂肪交雑の形成を減少させます。そのため、1頭当たりの牛床面積は6m²程度が必要で、床管理も欠かせません。また、除角すると個体間の闘争が減少し、飼料摂取量や発育などの均一化を図ることが出来ます。この点からも、牛にとって快適な環境を作ることが最も重要なこととなります。

一方、エネルギーやCP水準を高く設定すると枝肉中の脂肪蓄積は高くなり、成長時期における脂肪の蓄積開始時期も早くなります。乾物摂取量が多いと脂肪交雑が多くなりますが、糖・デンプン・有機酸（NCWFE）の含量が50%以下の飼料では低くなります。飼料の給与では、質と量は極端に変更せず徐々に行う必要があります。それ

は、第一胃に生息している細菌やプロトゾアの微生物叢が新しい飼料に順応するまでに20日以上を要するからです。濃厚飼料の多給は大量のプロピオン酸を効率的よく産生させ脂肪蓄積にとっては好ましいのですが、第一胃内pHを酸性に傾かせることになり、第一胃内の微生物叢の活力が低下し、エネルギー産生量が減少し増体成績が低下します。このため、第一胃機能が正常に維持される範囲内で配合飼料を多給し、可能な限り揮発性脂肪酸産生量を高めることが必要となります。

表6-8 脂肪交雑に影響する要因

影響要因	内 容
1. 遺伝	・ 系統
2. 性	・ 性ホルモン（脂肪細胞の分化）
3. 月齢	・ 各組織の成長順位と最高発育の時期 ・ 高エネルギーの摂取時期
4. 筋肉の部位	・ 筋肉内血管の分布度
5. 運動量	・ 体グルコース、体脂肪の消費
6. ストレス	・ 群編成時の社会的環境 （アドレナリン、体グルコース） ・ 騒音、換気、汚濁などの畜舎環境
7. 肥育度	・ 月齢と体重・体脂肪量・発育のしかた ・ 月齢と飼料摂取量
8. 飼料	・ 発育ステージと飼料摂取量 ・ 糖、デンプン、有機酸（NCWFE）の摂取量（プロピオン酸生成量） ・ 粗飼料の水準と摂取量（プロピオン酸生成量） ・ 粗蛋白質含量（エネルギーとの比率） ・ ビタミンA、C（脂肪前駆細胞）

（木村信照2001を改変）

(2) 肉色

- ①肉色は出荷対策（ストレス）が最重要。
- ②給与飼料中のβ-カロテン、粗飼料およびデンプン含量などにより影響を受ける。
- ③ビタミンEを出荷1ヵ月前から1日4g投与すると、牛肉の品質が保持される。

ア、肉色

肉色の濃淡は直接的には肉色素であるミオグロビン含量により決まりますが、肉の色調はミオグロビンの3つの誘導体の構成比率により影響を受けます。ミオグロビンの形には還元型、酸素型およびメト型があり、それぞれ暗赤色、鮮紅色および茶褐色と特有の色調を呈していま

す。肉の最終pHが5.8以上であると還元型ミオグロビンが優勢なため、暗赤色となり市場では低い評価を受けます。肉のpHが高くなる原因は筋肉中のグリコーゲンが少ないため、正常に低下するだけの乳酸が生成されないためです。筋肉中のグリコーゲン蓄積量は栄養水準、疲労、絶食、心理的ストレスおよび運動などにより影響されるため、特にと畜前の取り扱いには注意が必要となります。

イ、肉色と給与飼料

給与飼料と肉色の関係についてはビタミンA、粗飼料、デンプン、脂肪酸により影響を受けるとされています。

血液中のビタミンA値が低下して、ビタミンAが適切に給与された状態で飼養された牛のBCS値が低い事が知られており、ビタミンA欠乏によって貧血状態となることがBCSの低くなる原因の一つと考えられています。

粗飼料がサイレージなどでβ-カロテンを多く含有する場合はビタミンAを適切に管理された場合より濃くなり、また粗飼料が多給された場合は高栄養で飼養された牛に比較し赤色筋繊維の割合が高くなることや飼育期間が長くなるため肉色が濃くなります。

濃厚飼料中のデンプンの割合が高いと肉色は濃くなる傾向にあり、トウモロコシは大麦に比較しデンプンが多く、またカロテンを含有するので黄色度が増し、不飽和脂肪酸が多くなるため融点が低くなり脂肪が半透明となり赤色が増します。

脂肪酸を脂肪酸カルシウムの形で給与すると肉色が薄くなり、またアルコールを給与すると

ストレスが緩和され肉色が薄くなるものと考えられています。

ウ、肉色保持

ビタミンEは脂溶性の抗酸化物質であり、牛に給与すると牛肉の色素と脂質の酸化防止、ドリップの低減および筋繊維構造の安定化に効果があり、肉の品質が保持されます。

試験では出荷前1ヵ月間、ビタミンEを含有した製剤を毎日3g給与すると、血漿中のビタミンE濃度は上昇し、保存中の脂質の酸化が抑制されていました。さらに4g投与ではドリップも減少し、肉色(a値)も高く推移し、牛肉の品質が保持されます。これによる追加コストは約1,000円/頭です(表6-9)。

(3) 脂肪

- ①脂肪の色は給与飼料により影響される。
- ②脂肪中の不飽和脂肪酸割合が55~60%程度が良い脂肪と評価される。
- ③肥育末期にトウモロコシや米ヌカを給与すると柔らかい脂肪になる。

脂肪の色は白色~薄クリーム色が良いとされており、黄色は好まれません。脂肪色は給与飼料により影響され、麦やイモなどのカロテン含量が少ない飼料では白い脂肪に、トウモロコシでは若干黄色く、青草を給与した場合は黄色くなります。青草の多給による黄色脂肪を白くするためには通常3~4ヵ月程度の飼い直し期間が必要とされています。

脂肪の質としては硬くねばりのあるものが良い

表6-9 ビタミンE給与が肉質に与える影響

	保存7日目の肉質				
	血漿中ビタミンE (mg/L)	酸化値 (TBARS値)	ドリップ (%)	クッキングロス (%)	肉色 (a値)
3g投与試験					
対照区	2.5 b	0.46a	8.8	22.9	16.1
試験区	9.7 a	0.23b	8.7	21.1	16.9
4g投与試験					
対照区	2.2 b	0.44a	10.5a	23.5	14.8b
試験区	7.5 a	0.16b	8.5b	22.9	17.0a

注) a、b:異なる文字間に有意差あり(p<0.05) (新得畜試 1996)

とされ、融点が低いほど牛肉の風味などの食味性の評価が高くなります。脂肪を構成する脂肪酸には飽和脂肪酸（融点が高い）と不飽和脂肪酸（融点が低い）に大別され、不飽和脂肪酸割合が55～60%程度が良いとされています。

肥育飼料としてのトウモロコシは大麦と比較すると不飽和脂肪酸割合が高くなります。肥育末期に脂肪含量の高いトウモロコシや生米ヌカを給与すると、柔らかい脂肪が生産されやすくなります。

（4）きめ

- ①きめは筋繊維の太さが影響する。
- ②締まりは肉中の水分を保持する能力が影響する。
- ③きめ・締まりはそれぞれ脂肪交雑との関連が認められる。

肉のきめは、筋肉の垂直断面における筋繊維が集まってできた第一次筋束の大きさや分離の程度で、きめの粗い肉は肉表面に凹凸した感じを与え、きめの細かい肉はなめらかな印象を与えます。筋束は加齢により大きくなり、きめが粗く見えるようになります。また、脂肪交雑が入れば肉の表面は滑らかになり、更に脂肪交雑が細ければ、細かい印象を与えます。

肉の締まりは切断面で評価され、軟質な感じを与え、肉汁の侵出性が高い肉は締まりが悪い肉と評価されます。また、締まりは肉自身の水を保つ能力である保水性とも関連しています。赤肉の水のうち、1/3は強く結合していますが、他は遊離しやすい状態にあり、この水の遊離の状態が肉によって異なり、締まりの悪い肉は水を遊離しやすくなります。一般的に、脂肪交雑の優れている肉は、冷蔵状態で硬く、締まりが良くなります。これは、脂肪の凝固だけではなく、脂肪増加による肉の水分の減少、肥育が進むことによる筋肉や結合組織の発達等が関与しています。

また、筋肉中のグリコーゲン含量も締まりに影響します。と殺後、グリコーゲンは乳酸に転換し、pHの変化をもたらしますが、pH低下の速度や枝肉の温度の低下速度により、肉の締まりは大きな影響を受けます。