

若狭牛（去勢牛）の肉質向上技術

（ビタミンC剤給与による肉質向上試験）

畜産試験場 飼養管理研究G

配合飼料価格の高騰は、平成20年度第3四半期まで続き、一時は高騰前（平成18年）の4割を超えるなど、肉牛経営も大変な状況でした。今後も、世界の穀物需給動向からすれば、飼料価格の高騰は予断を許さない状況であり、経営安定のため、上物率を少しでも高める努力が必要です。

畜産試験場では、ビタミンC給与による肉質向上試験に取り組み、BMSが向上するなど良好な結果を得ております。本マニュアルでは、若狭牛（去勢牛）の肉質向上技術マニュアルとして、このビタミンC給与技術の他、肉質向上のための基本技術も併せて紹介します。

【目次】

ビタミンC剤給与による肉質向上技術・・・P1～2

肉牛の産肉生理と基本技術

肉牛の産肉生理・・・・・・・・・・P3

肉質向上のための基本技術・・・・P4～5

肉色改善のための基本技術・・・・P6

若狭牛飼養管理のポイント・・・・・・・・P7



ビタミンC剤による肉質向上技術

肥育中期にビタミン A 給与量を抑え脂肪交雑を高める技術は、今や農家の基本技術として行われています。しかし、極端に給与量を低めるとビタミン A 欠乏症を招くこととなります。一方、ビタミン C は、給与することで脂肪交雑を高めると言われ、その効果が注目されています。福井県畜産試験場（以下、畜試）でも、ビタミン C と肉質との関係について研究を行ってきましたので、その結果を紹介します。

1. ビタミンCの給与量について

肥育中期から後期（15～29 ヶ月齢）にビタミン C を給与した1回目の試験では、体重 1kg あたり 60mg（600kg の牛で 36g）を毎日給与することで、脂肪交雑が向上することを確認しました。他県の研究においても、ビタミン C 給与で脂肪交雑が高まったという報告が多く、給与量は約 20mg～80mg と幅があるものの脂肪交雑の程度や締まり・きめがよい傾向が見られるようです。しかし、ビタミン C 製剤は一般に高価（1kg あたり 4,000 円程度）なものであるため、本試験でも生産コストは約 7 万円高となりました（表 1）。

2. ビタミンCの給与時期（期間）について

そこで、2 回目試験としては、ビタミン C 給与による低コスト肥育技術を確立するため、肥育期間の短縮とともにビタミン C 給与期間の短縮について検討しました。試験は、ビタミン C を脂肪交雑形成が盛んな肥育中期の 5 ヶ月間（15～19 ヶ月齢）給与する区と、中～後期（15～26 ヶ月出荷）まで給与する区を比較しました。

その結果、肥育中期（15～19 ヶ月齢）給与でも、中～後期（15～26 ヶ月出荷）給与と変わらず、脂肪交雑が高まることが確認できました（表 2）。この時の給与量は 30g/日（体重に係らず一律、およそ 60mg に相当）であり、費用は 19 千円まで低減することができました。

3. ビタミンC製剤について

ビタミン C は非常に酸化・分解しやすく、牛の第一胃で簡単に効力を失ってしまうことから、被覆保護された製剤を用いなければなりません。製剤は数種類が販売されていて、被覆に使う素材やビタミン C の含量も様々です。畜試で使ったものは、大豆硬化油で被覆したビタミン C90%含有の製剤ですが、他にもパーム油、エチルセルロースなどを用いたものがあり、含有率も 30～98%と幅がありますので、使用の際は畜産試験場までご相談ください。

表1 1頭あたりビタミンC剤の給与期間（給与量）と費用

区 分	給与期間	給与量(毎日給与)	費用
(1回目)中・後期給与区	15～29ヶ月齢	60mg / 体重1kg(25～47g)	71,000円
(2回目)中・後期給与区	┌ 15～19ヶ月齢 └ 20～26ヶ月齢	66～50mg/体重1kg(30g)	53,600円
〃 中期給与区		70～52mg/体重1kg(40g)	
	15～26ヶ月齢	60～48mg/体重1kg(30g)	19,300円

表2 枝肉格付け成績

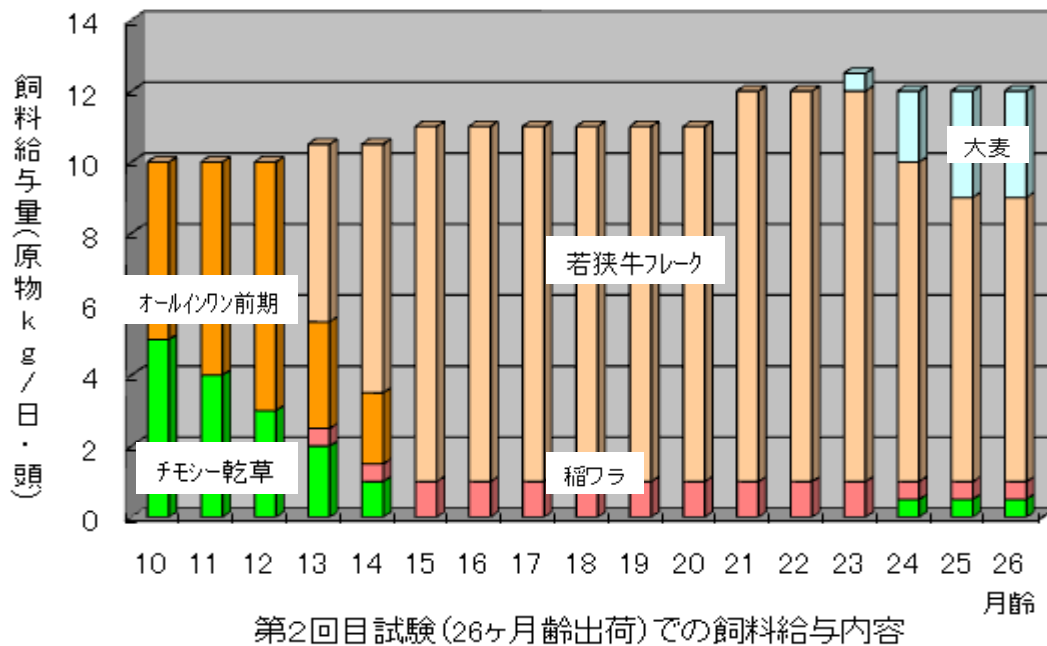
区 分	歩 留		肉 質					備考
	枝 肉 重 量	胸 最 長 筋 面 積	B M S	脂 肪 交 雜 等 級	B C S	締 ま り	光 沢 と 質	出 荷 月 齢
(1回目) 無給与区	409	59.0	6.5	4.0	3.5	4.0	5.0	29ヶ月
〃 中・後期給与区	451	65.0	8.0	4.5	3.0	5.0	5.0	
(2回目) 中・後期給与区	436	51.0	7.4	4.4	4.0	4.8	5.0	26ヶ月
〃 中期給与区	456	47.5	8.0	4.8	3.8	4.8	5.0	

【ビタミンC給与技術のポイント】

- ・給与量の目安 : 基本量 60mg/体重1kg (使用する製剤により多少異なる)。
- ・給与時期 (期間) : 15~19ヶ月齢の5ヶ月間 (さらに出荷までの給与で締まり・きめの目安が改善される可能性がある)。
- ・ビタミンC製剤 : 必ず専用製剤*を使用 (製剤によってC含量が異なるので注意する)
※使用の際は、畜産試験場にご相談下さい。
- ・その他 : 適切なビタミンAコントロールの併用により効果は高まる。

4. ビタミンC剤試験で用いた飼料と給与量

第2回目の試験 (26ヶ月齢出荷) における1日1頭当たりの飼料給与量を図1に示しました。



肉牛の産肉生理と肉質向上技術

1. 肉牛の産肉生理

骨、内臓、赤肉、交雑脂肪などの発育・発達は、それぞれ盛んとなる月齢があり、山崎（元草地試験場）の産肉生理理論（表1）が基本となっており、飼養管理の基本技術もこの理論に基づくものが多いです。

なお、脂肪交雑など肉質については、本県でも、以前に畜産試験場、家畜保健衛生所、畜産専門技術員、農業改良普及員、畜産協会などのスタッフ連携で、超音波診断装置により数百頭の和牛去勢牛を調査し、その結果をマニュアル（平成9年畜産協会発行）としてまとめています。この中から、資質系と体積系に分類整理した成績（表2）を紹介します。

表1 元草地試験場の山崎氏による産肉生理理論

①骨、内臓の発育・発達	→	13月齢まで	} DGのピーク (16月齢頃)
②赤肉の発育・発達	→	9~18月齢(ピーク11月齢)	
③枝肉の発育	→	12~21月齢(ピーク13月齢)	
④交雑脂肪	→	13~24月齢(ピーク17月齢)	
⑤肉色(ミオグロビン生成)	→	0~18月齢(ピーク9月齢)	

表2 超音波診断結果に基づく産肉性の模式図（福井県での調査まとめ）

資質系												
／月齢	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
増体	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
ロース芯の発育	◎	◎	◎	●	●	●	◎	◎	○	○	○	○
脂肪交雑の高まり	○	○	○	◎	◎	●	●	●	●	●	◎	◎
筋間脂肪の発育	○	○	○	◎	◎	●	●	●	●	◎	◎	◎
皮下脂肪の発育	○	○	○	○	◎	◎	●	●	●	●	●	●
バラの発育	○	○	○	○	◎	◎	◎	●	●	●	●	●
体積系												
／月齢	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
増体	○	◎	●	●	●	●	◎	◎	○	○	○	○
ロース芯の発育	◎	◎	●	●	●	●	◎	◎	○	○	○	○
脂肪交雑の高まり	○	○	○	◎	●	●	●	●	●	●	◎	◎
筋間脂肪の発育	◎	◎	●	●	●	●	◎	◎	○	○	○	○
皮下脂肪の発育	○	○	○	○	◎	●	●	●	●	●	●	●
バラの発育	○	○	○	○	◎	◎	◎	●	●	●	●	●
発育程度	○:緩やか ◎:盛ん ●:大変盛ん											

2. 肉質向上のための基本技術

ここでは、産肉生理理論に基づく飼養管理の考え方と技術のポイントについて述べます。

1) 導入から14ヶ月齢まで（肥育前期）

- ・導入後(9~10ヶ月齢)から13ヶ月齢頃までは、まだ骨、第一胃の発育や赤肉生産が効率的に行われている時期です。
- ・この時期では、骨の形成を促進するため、カルシウム(Ca)とリンが不足しないように、2:1~1:1の比率で給与することが重要です。また、Caは筋肉の発育も促進する*とされているので、この時期のCa不足は枝肉重量を小さくすることがあります。なお、リンは一般に濃厚飼料から供給されますので、Ca剤の給与とします。
※Caは甲状腺機能と関係が深く、成長ホルモンの正常な分泌に影響を与え、筋肉の発育に関係する。
- ・育成期・肥育前期における良質粗飼料の給与は、第一胃の発育を促すほか、この期間にビタミンAを肝臓に蓄積しておくのに重要です。
- ・肉色は、筋肉中で酸素を運搬しているミオグロビンという色素蛋白質によるもので、その生成は生後から18~19ヶ月齢程度で、そのピークは8~10ヶ月齢とされており、この時期に鉄イオンを多く含む飼料や水を多く与えると、必要以上にミオグロビンを形成するので、注意が必要です。

【肥育前期の技術ポイント】

- ・導入時は、輸送ストレスの緩和として、ビタミン剤(ViAで100~150単位)を投与する。
- ・13ヶ月齢までは、最低でも、1日1頭当たり良質乾草なら3kg、稲発酵粗飼料なら4~5kgを目安に給与する。
なお、13~14ヶ月齢の1ヶ月間は、稲ワラ給与への移行期とする。
- ・Ca剤は1日100g程度給与する。
- ・鉄分の多い井戸水、谷水などの給与は避ける。(特に肥育前期では)

2) 15ヶ月から20ヶ月齢まで（肥育中期）

- ・脂肪交雑は、18ヶ月齢を中心に、12~22ヶ月齢に進むとされています。これは、この時期に、脂肪前駆細胞が脂肪細胞へと分化するためです。
- ・ビタミンAが多いと、この脂肪前駆細胞から脂肪細胞への分化を阻害します。
このため、この時期には、ビタミンA給与を制限(コントロール)しますが、欠乏症にならないように牛の観察は怠らないで下さい。
- ・一方、ビタミンCは、脂肪前駆細胞から脂肪細胞への分化を促進するとされ、前章で紹介したように、当場の試験でも、脂肪交雑を高めることが確認されました。しかし、その効果も血中のビタミンA濃度が高いと弱いものと考えられます。
- ・増体と筋肉中への脂肪蓄積を促進するには、過剰なエネルギーが必要となりますので、この時期にはトウモロコシを主体とした高エネルギー飼料を少しでも多く採食さ

せるようにします。このためには、多回給与や飼槽の掃除、また暑熱対策等が重要となります。

- ・中期以降、飼料費節減のため、稲わらの半量を粉碎もみ殻で代替しても問題はありません。

【肥育中期の技術ポイント】

- ・脂肪交雑の最盛期で、18ヶ月齢頃を中心に、12～22ヶ月齢に進む。
- ・ビタミンAの給与制限をしながら（牛の観察は怠らない）、ビタミンC製剤を給与（基本量60mg／体重1kg）する。
- ・増体と筋肉中の脂肪蓄積促進のため、トウモロコシを主体とした高エネルギー飼料を飽食とし、少しでも多く採食させるように努める。
- ・中期以降、飼料費節減のため、稲わらの半量を粉碎もみ殻で代替しても良い。

2) 21ヶ月齢以降（肥育後期）

- ・これまでのビタミンA欠乏状態で、牛体には大きな負担が掛かっています。毎日の食い込み量や牛の行動に注意し、異常を感じたら直ちにビタミンAを給与してください。150万単位の筋肉注射が一般的ですが、出荷直前では注射跡が残りますので、経口投与してください。なお、脂肪交雑最盛期は終わっていますので、ビタミンA給与による問題はほとんどありません。
- ・この時期に入れば、ビタミンC給与は終了しても構いません。しかし、ビタミンC給与により、枝肉の締まり・きめの改善効果も期待できますので、出荷まで継続するのもひとつの方法です。
- ・色が白く、口溶けの良い不飽和脂肪酸の多い脂肪質の牛肉（枝肉評価の高い）にするため、出荷3ヶ月前から、配合飼料の3割程度を大麦に置き換えます。

【肥育後期の技術ポイント】

- ・毎日の食い込み量や牛の行動に注意し、異常を感じたら直ちにビタミンAを給与する。150万単位の筋肉注射または出荷直前の時は経口投与。
- ・暑熱期間はビタミンAの消耗が激しいので、ルーサンペレット等でカロテンを補給すると良い
- ・ビタミンCは、枝肉の締まり・きめの改善効果を狙うなら、出荷まで継続給与。
- ・脂肪質の改善のため、出荷3ヶ月前から、配合飼料の3割程度を大麦に置き換える。

2. 肉色改善のための基本技術

1) 肉色を変化させるしくみ

肉色のもとにはミオグロビンで、筋肉中で酸素を運搬する可溶性の色素蛋白質（鉄原子を含む）です。このミオグロビンの色は、元来は紫色ですが、酸素の結合の強度や酸欠状態による還元化によって色が変わります。

明赤色：ミオグロビンが酸素と軽く結合している状態（オキシミオグロビン）

（発生条件）・肥育中におけるミオグロビンの適度*な形成

- ※鉄分の多い水などにより過度なミオグロビンが形成されないこと
- ・出荷前に体力が消耗するようなストレスを受けていない。
- ・肉の貯蔵温度が低温で、肉のpHが低い状態であること。

暗褐色：ミオグロビンが酸欠状態で還元化された状態（還元型ミオグロビン）

（発生条件）・出荷時の過度な興奮、長時間の輸送などによるストレス

- ↓
- ・ストレスは副腎からアドレナリンを分泌させる。
- ↓
- ・アドレナリンは、筋肉中のグリコーゲンを分解してエネルギーに変える。このためグリコーゲンの量が減少する。
- ↓
- ・グリコーゲンが少ないと、と殺後の筋肉内の乳酸の生産量が少なく、pHの低下（酸性化）が進まない。
- ↓
- ・pHの低下（酸性化）が不十分となり、酸欠状態の中、ミオグロビンは還元化されやすくなる
- ↓
- ・還元型ミオグロビンとなり、異常に色が濃くなる。

【良好な肉色のための技術ポイント】

- ・ミオグロビンの生成期間（0～18ヶ月齢、最大時8～10ヶ月齢）には、特に鉄イオンを過剰に含む飼料、水を与えない
- ・密飼い、敷料交換や換気の不良など、種々のストレスを与えない（特に出荷前）
- ・仕上げ期でのストレス緩和（疲労回復）のためのビタミンB群の給与。
ビタミンB群は糟糠類（フスマ、ビール粕など）に多い。しかし、カロリーが低いので、乾物量で最大2kg程度とする。
- ・仕上げ期での抗酸化剤としてのビタミンEの給与
と場出荷4週間前から2500mg/頭/日の α -トコフェロール（ビタミンE）を給与すると、細胞質中のミオグロビンの酸化を抑制し、良好な肉色を維持する。
（近畿中国四国農業研究センター H4～6年度）

若狹牛飼養管理のポイント(去勢)

体重等	ステージ	肥育前期					肥育中期						肥育後期														
	月齢(カ月)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29						
	体重(Kg)	308	341	372	404	433	461	487	511	534	555	574	591	607	622	635	647	658	668	676	684						
	DG	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3						
飼料給与	前期飼料	4.0	4.0	5.0	5.0	3.0	2.0																				
	中・後期飼料					4.0	5.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	7.0	7.0	7.0						
	圧ぺん大麦																		3.0	3.0	3.0						
	ルーサンペレット												(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)	(0.3)						
	稲ワラ						1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5						
	チモシー乾草	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0	2.0												0.5	0.5	0.5						
	ビタミンC						○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△						
体組織の発育	骨格筋	→																									
	脂肪交雑	←											→														
	第一胃	→																									
	筋間・皮下脂肪	←											→														
管理のポイント	基本事項	<p>水槽・飼槽は毎日清掃する 鈹塩は不断給与 中期以降は固形カウストーンで尿石予防を</p>					<p>飼料中のβ-カロテンを減らしていく ビタミンA欠乏に備え、β-カロテンを豊富に給与する 肥育に耐える丈夫な骨格・消化器をつくる 導入注射・断角を行う</p>						<p>脂肪交雑向上のためのビタミンC剤給与開始 削蹄の準備をし、つま先が擦れ合い始めたら削蹄を実施 濃厚飼料は飽食であるように努める 稲ワラは半量をモミガラで代替しても良い 20ヶ月齢までビタミンA欠乏の症状をよく観察する 四肢の腫れ、食欲停滞に注意する</p>						<p>経口給与または注射でビタミンAを投与する 暑熱期間はルーサンペレット等でカロテンを補給する ビタミンCを続けると、きめ・締まりが良くなる 肉のきめ・しまり向上のため大麦を給与する 肉色改善のためビタミンE剤を給与する</p>								