

流通戦略を見すえた食肉の肉質評価と高品質化技術

篠 田 満

(東北農業試験場)

Evaluation and Improvement of Meat Quality for Marketing

Mitsuru SHINODA

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1. はじめに

国内の食肉生産は輸入自由化で外国産との競合が激しくなっているが、コスト的には海外との差が大きいことから国産食肉の品質を高め、安全性の面で付加価値をつけていく必要がある。「品質」で第一に思い浮かべるのは枝肉の格付けである⁴⁾。この格付けとは、たとえば牛肉では、と畜後の枝肉断面で、脂肪交雑を主に、肉の色、脂肪の質、きめ・しまりで総合的にランクづけることである。これは食肉の品質を表す一つの項目であるが、と畜直後の評価であり、熟成をへて食品になった場合は、さらに流通と消費を考慮した品質評価が必要になる。食肉消費動向調査²⁾によれば、消費者は国産牛肉を好む理由として「品質が良い」を「おいしいから」の次の第2位にあげており、また、食肉販売店も販売戦略の第1位を「品質、おいしさ」としている³⁾。このように消費および販売とも品質を重要視しており、今後、食肉では消費を意識した品質の向上が重要になってくる。

ここでは、主に牛肉を対象として東北農業試験場で行ってきた食肉の品質評価と制御に関する研究成果を紹介する。

2. 品質の評価

食品の品質は、タンパク質、脂肪、ビタミン、ミネラルなど各種栄養素の含量で示される食品としての基本的な特性と、おいしさ(食味性)、日持ち良さ(貯蔵性)、見た目(外観)といった機能的な特性に分けることができる。さらに、食肉の場合は後者の機能的な特性への関心が高い。食味性には主に軟らかさ、風味、多汁性が、貯蔵性には主に保水性が影響し、これらは相互に関係している。赤身主体の肉では品質として軟らかさと保水性の評価が重要である。

(1) 軟らかさ

軟らかさは食肉のおいしさにもっとも影響する。東北農試で行った食味試験でも好きな肉の選択理由は「軟らかいから」が一番多くなっており、また、食肉販売店も「軟らかい牛肉を好む人が増えている」と感じている(日本食肉消費総合センターの「食肉消費動向調査」)³⁾。牛肉では脂肪交雑が高いほど一般に軟らかいので、軟らかさは霜降りの部位では問題にならないが、赤身肉では重要な要素の一つである。

食肉の軟らかさには筋繊維自体の軟らかさとコラーゲンを主とする結合組織の質・量が関与している。そこで、羊肉で筋繊維の軟らかさを決定す

る要因を検討した結果、と畜後の筋肉中のpHの低下が遅く、通常の最低値5.5まで達しないと肉がかたくなりやすいこと、このようなpHの異常はと畜時にストレスが加わった時に起こりやすいことを明らかにした⁶⁾。このように、筋繊維の軟らかさはと畜条件や熟成過程により変動し、と畜時のストレスの低減が食肉の軟らかさの進行に重要であるといえる。

(2) 遊離アミノ酸

筋肉中のタンパク質の一部は、と畜後の熟成中に遊離アミノ酸へと分解される。遊離アミノ酸は

それぞれ、甘み、苦み、うまみなどの味を呈するので、食肉の味覚の特徴を示すために遊離アミノ酸の定量が試みられている^{1,5)}。

牛品種間の特性を明らかにするためにロースで比較した結果、肉質等級が2等級と脂肪交雑が低い場合、日本短角種、ホルスタイン種、黒毛和種の3品種では遊離アミノ酸含量に有意な差は認められなかった(図-1)。また、脂肪交雑が異なる牛肉で比較した場合、脂肪交雑が高いほど遊離アミノ酸含量が少ない傾向を示した(図-2)。

遊離アミノ酸のなかでもグルタミン酸はうまみ

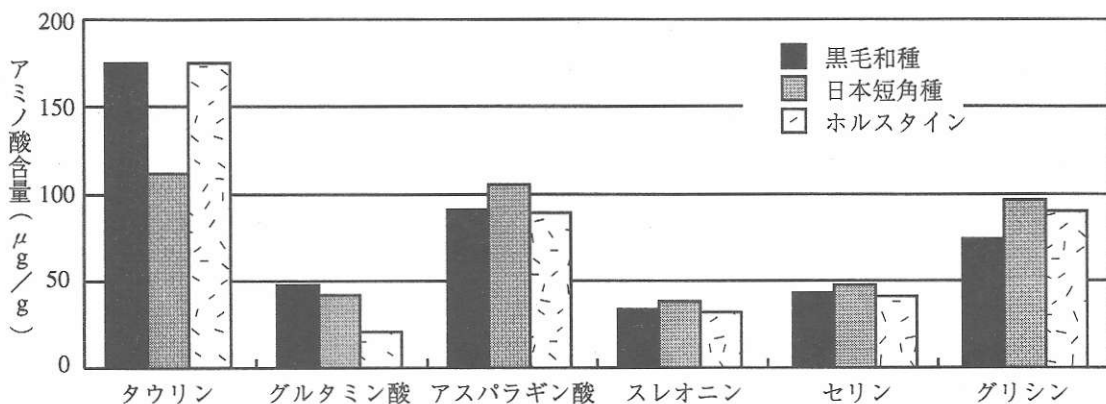


図-1 品種間のロースのタウリンおよび遊離アミノ酸含量の比較

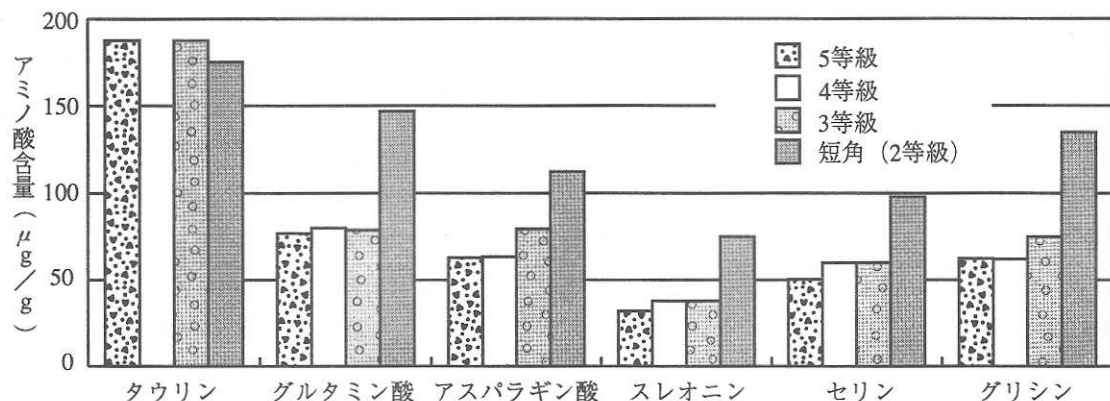


図-2 脂肪交雑が異なる牛肉のタウリンおよび遊離アミノ酸含量の比較(ロース)

を呈することから、おいしさを示す指標として注目されているが、牛肉ではグルタミン酸がおいしさに寄与する程度について厳密に検討されていない。また、食肉中の呈味成分としては遊離アミノ酸の他にも、ペプチドや核酸の分解物質であるイノシン酸が知られている。食肉のおいしさはこれらの化学的要因とかたさなどの物理的要因により総合的に評価されるものと考えられるが、今後、これらの呈味成分がおいしさに及ぼす影響が解明されれば、赤身肉の品質評価に有効である。さらに、呈味成分の生成と食肉の生産・貯蔵条件の関係が明らかになれば、おいしい牛肉生産に活用できる。

(3) 保水性

保水性は食肉の風味に影響する。保水性が劣ると、調理した肉では肉汁が逃げ、また、咀嚼した

ときの多汁性も低下する。さらに、流通段階では重量が損失し、食肉販売店における展示中の浸出液（ウィーブ）の量が増え、消費者の購買意欲が低下する。保水性には脂肪交雑の影響が大きい。脂肪交雑の高い牛肉については赤身の部分が少ないことから保水性はあまり問題にならないが、豚肉や赤身の牛肉では水分含量が多いため肉質を評価する上で重要な項目である。特に問題になるのはむれ肉（PSE）で、と畜時にストレスが加わったり、と畜後の枝肉の冷却速度が遅いと、むれ肉が発生しやすくなり保水性が低下する。

(4) 新しい視点からの肉質評価

筋原繊維を構成している主要なタンパク質はアクチンとミオシンである。ミオシンには分子構造の異なる何種類かのタイプ（アイソフォーム）があり、その違いが死後硬直の程度に影響すること

表－1 品質表示であつたらよいと思う項目

項 目	1 回 目	2 回 目
部 位	32 (41.6%)	43 (53.1%)
料理方法	17 (22.1%)	17 (21.0%)
国産・輸入の別	55 (71.4%)	52 (64.2%)
生 産 地	38 (49.4%)	41 (50.6%)
生産者の住所・氏名	4 (5.2%)	10 (12.3%)
脂肪の量	14 (18.2%)	18 (22.2%)
カロリーの量	20 (26.0%)	19 (23.5%)
コレステロールの量	26 (33.8%)	18 (22.2%)
と畜日付	7 (9.1%)	11 (13.6%)
賞味期限	40 (51.9%)	39 (48.1%)
おいしく食べられる期限	33 (42.9%)	28 (34.6%)
飼い方・エサ	6 (7.8%)	20 (24.7%)
そ の 他	0 (0.0%)	1 (1.2%)
不 明	3	1
合 計	80	82

1 回目：一般消費者 2 回目：東北農試場員
アンターラインはおおむね50%以上の回答があつたもの

が知られている。この死後硬直の程度は食品のテクスチャー（歯触り，かたさ，多汁性）に影響することから，ミオシンのアイソフォーム割合をもとにした食肉の品質との関連解明の試みが行われている。将来的にはこれらのタンパク質を制御することにより好みのテクスチャーを持つ食肉生産の可能性が考えられる。

3. 肉質の迅速測定法による消費者への品質提示
消費者の食肉に対する嗜好性は多様化している。牛肉では霜降りに対する購買意欲は依然強い

ものの，健康への配慮の高まりとともに，赤身肉それも国産牛肉を求めるようになってきている。特に高齢者でその傾向が強い。しかし，一方で消費者が品質表示に求めている項目は，人数比で「国産牛，輸入牛の別」「生産地」「賞味期限」が50%以上であるのに対して「脂肪，カロリー，コレステロールの含量」は20～30%と，はるかに少ない（表-1）。この理由の一つに，消費者に対して牛肉の成分に関する情報が十分に提供されていないことが考えられる。東北農試で行った分析例では，脂肪含量は日本短角種のように脂肪交雑

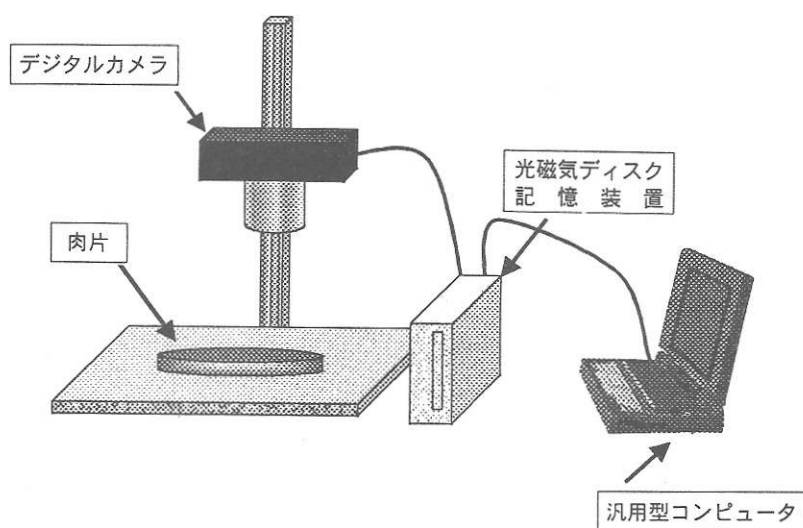


図-3 システムの模式図（照明装置を除く）

の入りにくい牛肉（2等級）のロースが6～12%であるのに対して，霜降り（4，5等級）では30～40%である。また，カロリーは2等級では1.4～2.0 kcal/gに対して，霜降り牛肉では4～5 kcal/gといったように，成分の幅が大きい。

そこで，肉質を簡易，迅速，非破壊で測定する

ために画像解析法を検討した。これまでの画像解析は枝肉格付を客観的な数値で評価することを主な目的として，デジタルカメラで撮影した枝肉断面の肉部分の赤色と脂肪部分の白色の面積を測定し，脂肪の全面積，脂肪交雑の程度を数値化してきた。東北農試の方法は手法はほぼ同じであるも

の、消費者が牛肉の成分を即時に判定できるようなシステムを検討した(図-3)。測定する対象はロース芯およびそれよりも面積の広いテーブルミートで、表示成分も脂肪の他に(図-4)、タンパク質、カロリーとしている。この方法は、システム自体が安価で色情報の評価も可能である。

肉質を簡易、迅速、非破壊で推定する方法としては、すでに、近赤外分光光度法で脂肪、タンパク、カロリーの定量が実用化されているが¹⁾、センサーの面積が狭くて広範囲を測定できないなどテーブルミートには応用しにくい。また、肉に光ファイバを通して光をあてることによって、表面または内部で発生する反射、散乱、透過などの光学的現象を解析して肉質情報を得る光ファイバ方法も実用化されている¹⁾。

こうした方法で消費者に脂肪、タンパク質、カロリーなどの栄養情報を提供できることは、霜降

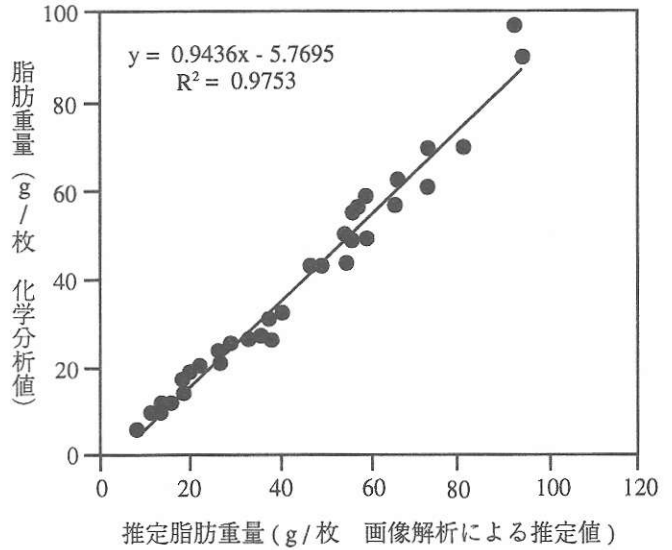


図-4 画像解析による牛肉1枚当たりの推定脂肪重量と化学分析値との相関関係

りとは異なる赤身肉の特質をアピールしていくうえで有効である。

4. 肉質の高品質化に向けた技術開発

東北農試では生産段階において食肉の品質を高めるための技術開発を行っている。

(1) 腎臓脂肪の早期除去による牛ヒレ肉の品質改善⁷⁾

日本のように大きく肥育した肉牛では、と畜直後の大腰筋(ヒレ肉)でpHが低い値を示す傾向がある。これは、豚肉においてむれ肉が発生する条件と類似し、食肉としての品質低下が懸念される。この原因として、と畜時の延髄・脊髄処理時のストレスが、急激なATPの消費とpHの低下を引き起こすこと、また、クレアチンリン酸も消失

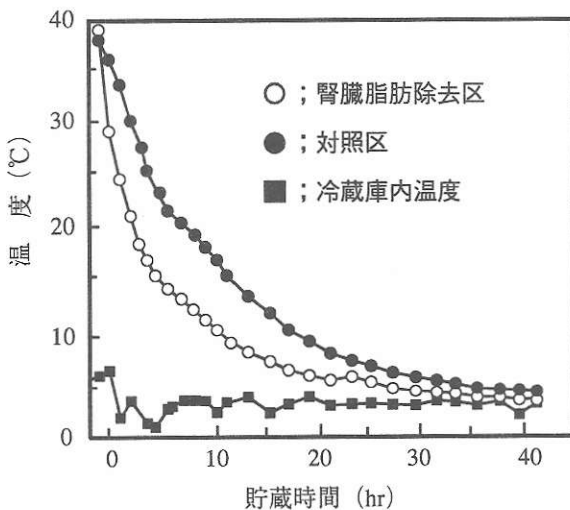


図-5 と畜直後の腎臓脂肪除去が貯蔵中のヒレ肉の温度変化に及ぼす影響

することが考えられる。これを改善するには、肥育牛をと畜する際に、解体後、直ちに腎臓脂肪を除去し、牛ヒレ肉の冷却を促進することが有効であることを示した（図－5）。こうした処理をすることによって、貯蔵中の肉汁の流出が抑制され熟成中のヒレ肉の水分含量が高くなり、むれ肉状態の改善で色調もやや暗くなるなどの肉質の変化がみられる（図－6）。一方、ヒレ肉はかたくなるが、ヒレ肉自体はもともと軟らかいので特に問題にはならない。官能試験ではこの腎臓脂肪早期除去でむれ肉状態を改善したヒレ肉は、慣行法で解体した肉よりも水分含量で3%以上差があるとおいしいとの評価が得られている。

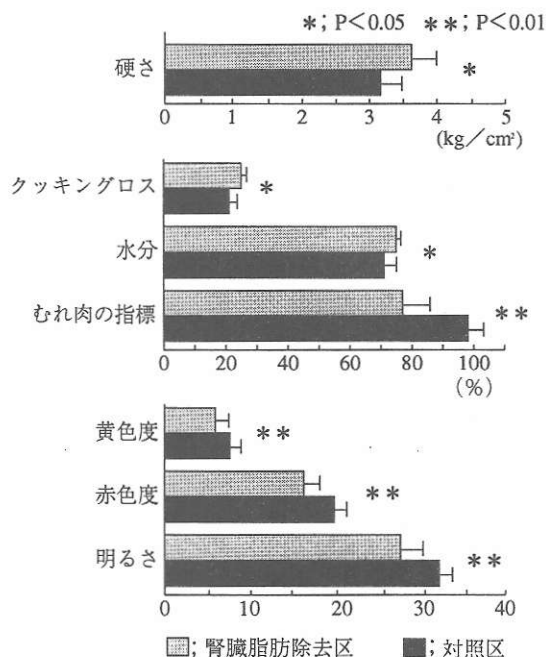
(2) ビタミンEによる鹿肉の不快臭防止⁸⁾

鹿肉は脂肪含量が少なく、海外ではヘルシー肉として広く食卓に上っている。近年、我が国では野生鹿による被害が問題になっているが、鹿を単に駆除することから鹿肉として有効利用する方向が考えられ、鹿肉の品質向上技術について検討している。

鹿肉は空気存在下で貯蔵すると、他の食肉ではあまり認められない不快な臭いが発生する場合があります。鹿肉に含まれる脂質の酸化がこの不快臭の原因となっていることを見いだした。さらに、鹿肉を脱気包装して酸素を遮断するか、もしくは、と畜する前に酸化防止作用のあるビタミンEを飼料に添加して給与し、筋肉中のビタミンE含量を9 mg/kgに高めることで、貯蔵中の脂質の酸化を抑え、不快臭の発生を抑制できることを明らかにした（図－7）。ビタミンEの給与期間は1日あたり0.5 g/日の量で21日間の給与で十分である。

ビタミンEについてはこの不快臭抑制効果の他に、肥育牛の飼料に添加することで展示中の肉色の変色を抑制する効果が知られている。

(3) 飼料給与による食肉の品質の改善



供試牛：日本短角種去勢肥育牛（643.5±59.0kg, n=11）

図－6 腎臓脂肪除去がヒレ肉の理化学的特性に及ぼす影響

飼料給与の影響をもっとも受けやすいのは体脂肪である。牛肉では脂肪の質は枝肉格付の評価基準の一つとなっているが、豚肉でも脂肪の色やそのかたさは重要であり、特に軟脂豚は流通業者・加工業者から加工適性が劣るものとして好まれない。

ここでは、脂肪の性質を変える例として、飼料米を給与した場合の豚肉の脂肪酸組成を示した。玄米または白米をトウモロコシの代替として25日間給与することで、表－2に示したようにリノール酸割合が低下し、飽和脂肪酸割合が高まる傾向が認められる。また、官能試験でも玄米給与の脂肪を白いと評価する被験者が多かった。しかし、この給与期間では商品としてはっきりと差別でき

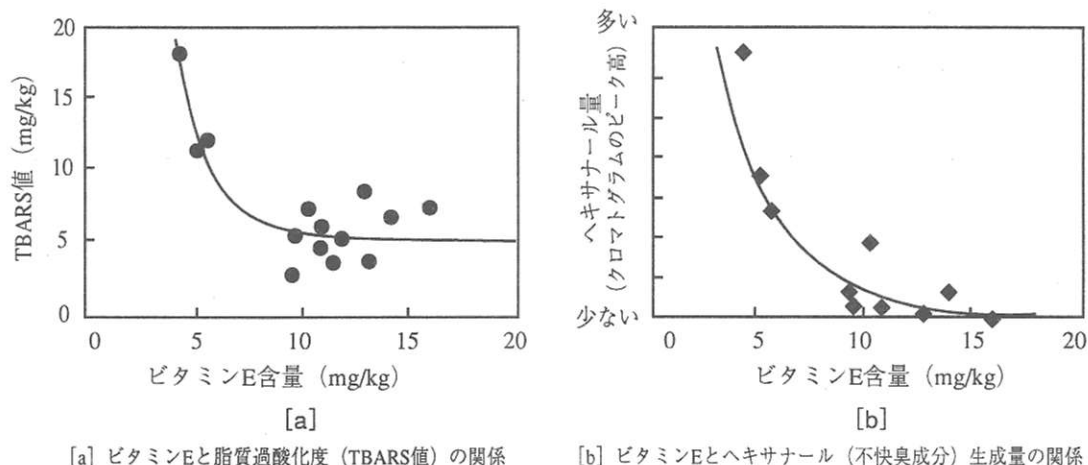


図-7 筋肉中のビタミンE含量が貯蔵11日目の鹿肉の品質に及ぼす影響

表一 2 飼料の違いが豚背脂肪の脂肪酸組成と飽和脂肪酸割合に及ぼす影響 (%)

試 験 区	：パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸*	リノール酸**	飽和脂肪酸
トウモロコシ区	27.8	17.4	38.6 a	11.7 a	46.7
玄 米 区	27.7	18.0	41.1 b	8.8 b	47.1
白 米 区	28.0	19.2	41.6 b	7.1 b	48.5

飽和脂肪酸：主にパルミチン酸，ステアリン酸

* P < 0.05 ** P < 0.01

るほど脂肪の色、かたさに差は認められなかった
ので、現在、より長期の給与試験を続けている。

5. 今後の品質評価

枝肉の格付が良い一すなわち脂肪交雑の高い霜
降り肉では、軟らかさ、しまり、保水性も良好で
あることから、枝肉の格付は牛肉の品質と一致し
ている。しかし、今後、需要が伸びると予想され
る赤身肉については、その品質を評価するうえで
重要な軟らかさ・保水性は、現行の格付の項目に
含まれていない。また、赤身肉で霜降肉よりも多

く含まれる遊離アミノ酸は、今後、おいしさとの
関係が明らかになれば、重要な品質評価の基準と
なると考えられる。赤身肉について現行の霜降り
肉とは異なる格付基準が作成され、それに基づい
た品質の表示が画像解析法などにより迅速に消費
者に提示されれば赤身肉の消費拡大につながるも
の期待される。そのためには、赤身肉に対応し
た品質評価基準の早急な確立が望まれる。

近年、日本型食生活が見直されている。食生活
では、年齢に関係なく1日あたり50g～70gの
蛋白摂取が必要とされており、食肉はそのための

良質な蛋白源として重要である。一方で、脂肪のとりすぎは健康に良くないことから、摂取量ばかりでなく、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸といったその性質についても注目され、特に牛肉について関心が高い。さらに、より一層、消費者の自然・安全志向に答えるため、牛肉の生産過程を明らかにしたナチュラルビーフや、より自然な飼い方に基づいたオーガニックビーフの生産・販売の動きがある。このような消費の動向からみると、近い将来、食肉の品質について肥育期間中の飼養管理からと畜後の食肉衛生

管理までの「安全性」、ヒトばかりでなく牛についても「健全性」を考慮した評価が重要になってくるであろう。

東北地方は山、海の自然が豊かで、肉専用種では黒毛和牛の他にも地域特有の日本短角牛が飼養されている。さらに、パークシャー（黒豚）による豚肉生産、各種地鶏など多様な食肉生産が行われている。このような地域特産品の生産を軸に、米、果樹、畑作物などを供給する食料基地としての東北のさらなる発展が期待される。

引 用 文 献

- 1) 畜産試験場. 1998. 畜産試験場資料 98-8. 平成10年度問題別研究会資料「食肉の品質評価技術の今後の方向」.
- 2) 日本食肉消費総合センター. 1999 季節別食肉消費動向調査報告（第40回調査・平成12年10月調査）. 日本食肉消費総合センター. p69.
- 3) 日本食肉消費総合センター. 1999. 季節別食肉消費動向調査報告（食肉販売店調査）. 日本食肉消費総合センター. p73-79.
- 4) 日本食肉格付協会. 1996. 牛・豚枝肉, 牛・豚部分肉取引規格解説書. 日本食肉格付協会. p6-29.
- 5) 渡辺 彰, 滝本勇治, 西村宏一. 1989. 肥育牛の各種筋肉間における熟成後の遊離アミノ酸およびタウリン含量の差異. 日畜会報 60: 303-305.
- 6) 渡辺 彰. 1997. 屠畜後の筋肉の pH と食肉の品質. 栄養生理研究会報 41: 69-80.
- 7) 渡辺 彰, 松本光人, 櫛引史朗. 1997. 肥育牛の屠畜直後の腎臓脂肪除去による冷却がひれ肉の品質に及ぼす影響. 日畜会報 68: 780-786.
- 8) 渡辺 彰, 佐藤 博, 松本光人, 甫立孝一. 1998. 鹿肉中に発生する不快臭と脂質酸化. 日畜会報 69: 489-492.