

畜肉製品のテクスチャー評価と高品質化への試み

関根正裕* 鈴木理博*

A Trial of Objective Evaluation for Meat Texture using Visco-Elasticity Measurement

SEKINE Masahiro*, SUZUKI Masahiro*

抄録

畜肉類の品質を機械計測により客観的に評価する品質判定技術について検討した。肉質の異なる牛、豚及び鶏肉の力学的性質を動的粘弾性測定装置及び静的圧縮試験装置を用いて測定した。動的測定による貯蔵弾性率 E' では静的測定によるヤング率より品質差を顕著に示した。また、貯蔵弾性率 E' と損失弾性率を2次元プロットすることにより原料特性の違いや動物間の肉質の特徴を明瞭に表現できた。

キーワード：畜肉、品質判定、動的粘弾性測定、圧縮試験、貯蔵弾性率、損失弾性率、ヤング率

1 はじめに

食生活の欧米化により日本人の畜肉消費量は大幅に拡大し、さらに、一般品から高級志向のブランド肉製品まで畜肉や畜肉製品の品質も多様化した。これに伴い、生産者、消費者とも価格を大きく左右する畜肉の品質に対して高い関心をいだくようになってきている。現在、畜肉の品質は特殊な訓練を受けた少数の専門技術者による「格付け」により評価される。畜肉の品質は「色沢」、「きめ」、「締まり」、「脂肪」などを評価項目として判定され、これに基づいて市場価格が決まる。一方、消費者にとっては「食感」や「味」が品質の指標であり、双方が持つ品質基準には多少の隔たりがある。さらにこれらの評価はいずれも官能的評価に頼らざるを得ないため、畜産、流通、加工、消費の全てで統一的に扱う指標としては必ずしも適さない場合もある。

本研究では畜肉の品質を科学的に評価できる指

標として、調味に影響されず素材特性をよく反映する力学特性の評価に関して検討した。力学特性は消費者側から見れば、食感やテクスチャーを決める重要な項目であり、測定装置を用いた客観的評価が可能である。これを生産者側でも指標とすることで品質の改良などの目的が明確となり、生産者が提供する畜肉品質と消費者が購入する価格の整合性も保たれる。機械装置を用いた畜肉の品質評価に関する研究はこれまで「色沢」を対象として数多く行われているが^{1~2)}、力学特性の測定に関する研究例は少ない。その原因のひとつとして、畜肉のようなゲル状物質の力学特性評価に必要な粘弾性測定装置が非常に高価なため農畜産分野で利用できなかったことが挙げられる。当センターでは粘弾性測定技術の産業界への普及を目的として動的粘弾性測定装置を開発した³⁾。本研究では、この装置を用いて生産から消費の段階まで一貫して共有可能な品質評価指標の開発を目指し、畜肉類の粘弾性評価技術を検討した。

* 北部研究所 生物工学部

2 実験方法

2.1 試料

埼玉県内及び東京都内の食肉販売店で購入した畜肉試料を用いた(表1)。いずれの動物もそれぞれ脂肪組織の最も少ない部位を用いた。

表1 畜肉試料

種別	数	価格	平均	
牛肉	国産	5	780-1800	1050
	(ヒレ) 輸入	5	350- 980	598
	和牛	5	980-2100	1460
	銘柄牛	5	1300-3500	2460
豚肉	国産	10	188- 418	284
	(ロース) 輸入	5	88- 700	300
	黒豚	5	218- 447	347
鶏肉	国産	10	100- 220	155
	(ササミ) 地鶏	5	270- 550	373

2.2 試料切片の調整、加熱処理

マイクローム刃の両端をコの字形アングルに固定した切断用具を自作し、ブロック肉から図1に示した筋繊維平行方向試料及び同垂直方向試料切片を切り出し加熱処理前の生試料切片とした。

前記切断用具を用いて切出した縦横厚さ 15mm の試料をビニール袋に詰めて空気を抜いた状態で、70℃、1hr 加熱した後、冷却し、両面を 5mm ずつ切出し加熱処理後のボイル試料とした。この処理により中心までほぼ均質に熱変性することを確認した。

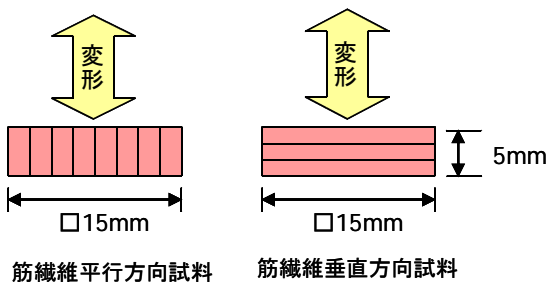


図1 試料切片

2.2 動的粘弾性測定

当所で開発した動的粘弾性測定装置 MG-Rheo アナライザー (アトー) を用いて、3mm φ の円柱形プランジャーによる圧縮モード粘弾性測定を行った。畜肉の測定では温度調節と乾燥防止を考慮する必要があるため、図2に示した測定治具を試作した。本治具の試料台アルミプレートの裏側にペルチェ素子を貼り付け、さらに素子の放熱用水冷ジャケットを設置した。粘弾性計測中もパーソナルコンピュータから温度制御可能な改良粘弾性測定プログラムを使用した。

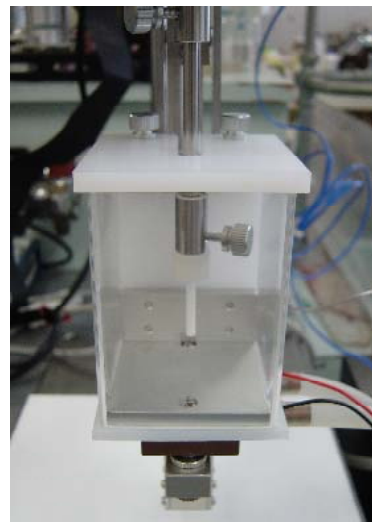


図2 圧縮試験用測定治具

粘弾性測定は予備試験で求めた線形領域で安定した測定が可能な表2の条件で行い5試験片の平均を求めた。

表2 動的粘弾性測定条件

周波数	振幅	予圧(生/ボイル)	温度
2Hz	60 μm	10g/40g	15℃

* 5 試験片 / 1 試料の平均値

2.3 静的圧縮試験

レオナー RE33005 (山電) を用いて、3mm φ の円柱形プランジャーによる圧縮モード粘弾性測定を行った。試料は動的粘弾性測定と同形状で行い、変形速度 0.1mm、室温 (約 20℃) で測定した。生試料では荷重 10g 付近、ボイル試料では荷重 40g 付近を中心とした線形領域で荷重-変形曲線からヤング率を求め、5 試験片の平均を用いた。

3 結果と考察

3.1 筋繊維方向による粘弾性の違い

畜肉は筋繊維を有するため、その筋繊維方向の違いによる力学特性への影響を調べた結果を図3及び図4に示した。

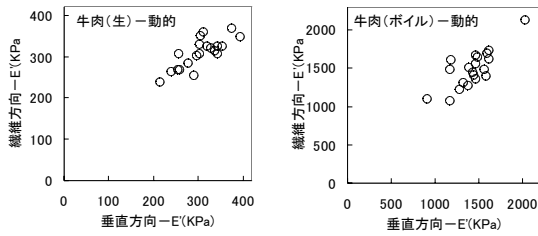


図3 動的粘弾性測定における筋繊維方向の影響

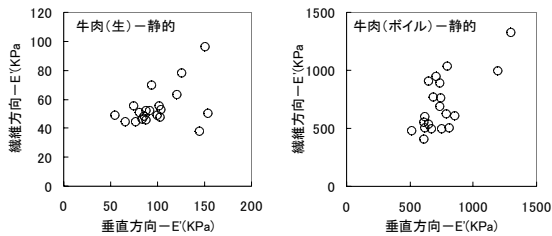


図4 静的圧縮試験における筋繊維方向の影響

牛肉の動的粘弾性測定結果は、生、ボイルとも筋繊維方向の違いによる影響はなく、静的圧縮試験においても同様であった。豚肉、鶏肉についても同じ測定を行ったが、いずれも繊維方向の違いによる影響はみられなかった。

3.2 動的測定と静的測定の関係

シリコンゲル及び各畜肉の貯蔵弾性率（動的 E' ）とヤング率（静的 E' ）の関係を図5及び図6に示した。生の状態では静的 E' の試料間差が小さく、動的 E' との関連は不明瞭であったが、ボイル試料では動的 E' と静的 E' の間に弱い相関が認められた。通常、ゲルの測定では図6に示した通り動的測定と静的測定の結果はほぼ一致するが、生肉のように弱い粘弾性体の静的測定では荷重値が小さく測定誤差が拡大したことに加え、応力緩和によって線形域での傾斜値の読み取り誤差も影響したのではないかと考えられた。ボイル後は荷重計測値が上昇して計測誤差が相対的に縮小するので動的 E' と静的 E' との相関が高くなったものと推察された。これらの結果から動的粘弾性測定の方が肉質の差を示すのに適しているものと思われた。

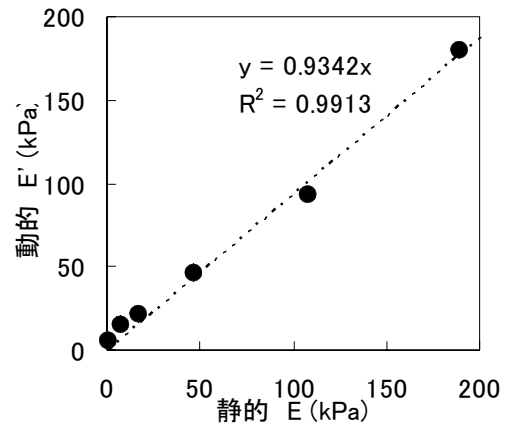


図5 シリコンゲルの動的及び静的測定

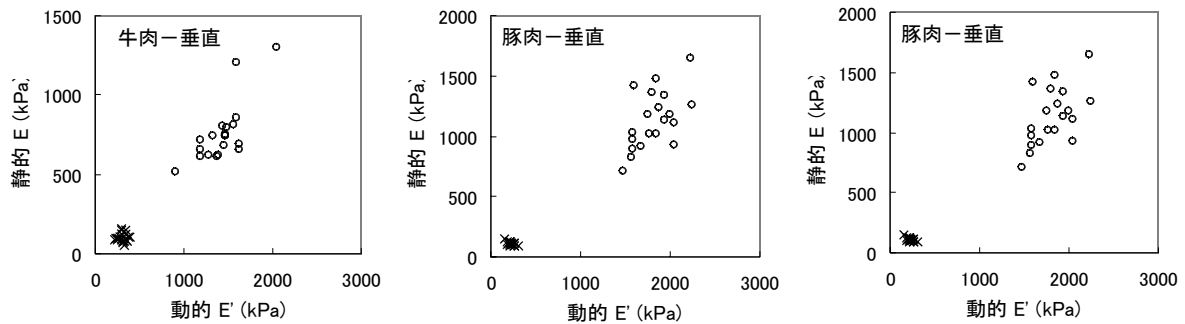


図6 各種畜肉における動的粘弾性値と静的圧縮試験値の関係

× : 生試料、○ : ボイル試料

3.3 畜肉の原料別動的粘弾性分布

各畜肉の動的粘弾性を XY プロットで図7に示した。いずれもバンド状に分布しており、粘性と弾性の関係には規則性が認められる。銘柄牛、黒豚、地鶏といったブランド肉も一般の国産や輸入のものと同様の物性を示さなかった。しかし、いずれも E'の弾力性、E''の粘りが広く分布しており、特に食感に影響するボイル後の物性値

は牛肉で2倍以上、他にも1.5倍程度の差が生じた。

3.4 動的粘弾性特性と価格

ボイル試料の E' と価格の関係を図8に示した。牛肉は価格が高いものほど E' が低下する傾向がみられ、豚肉と鶏肉の E' には明確な傾向はなかった。牛肉は柔らかいほど好まれ、結果として高価格になるが、豚肉と鳥肉ではテクスチャー以外の因子が価格に強く作用していると考えられた。

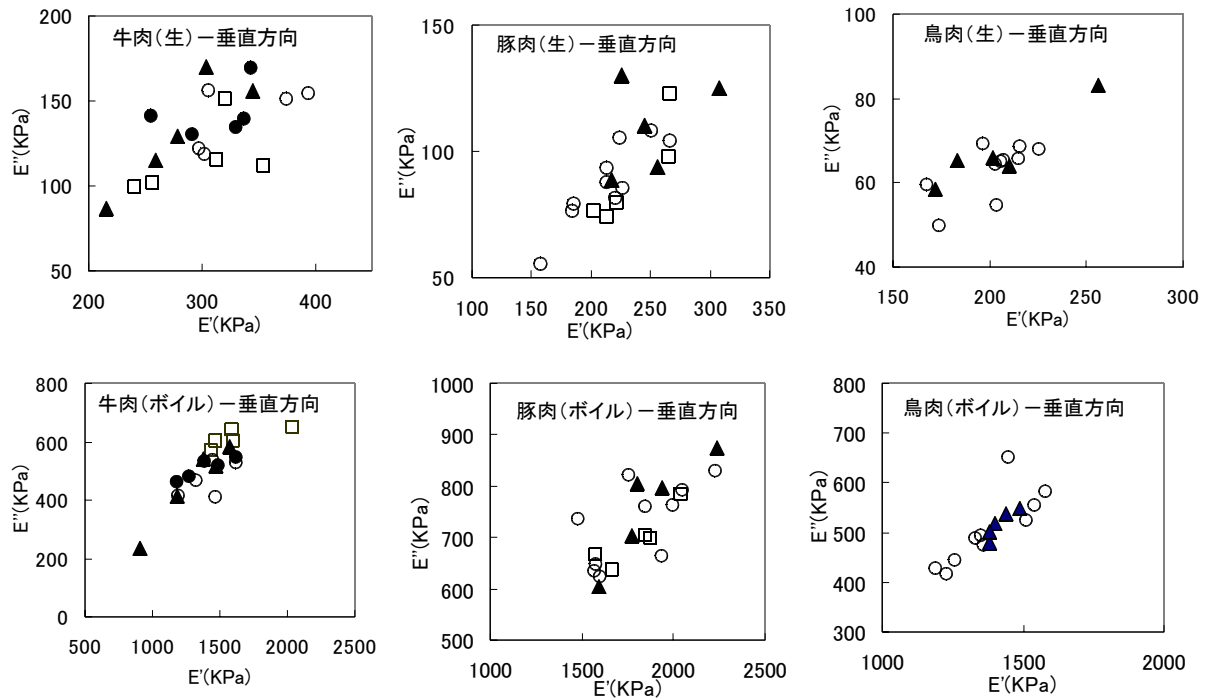


図7 畜肉の原料別動的粘弾性分布

牛肉：○国産、□輸入、●和牛、▲銘柄牛、 豚肉：○国産、□輸入、▲黒豚、
鶏肉：○国産、▲地鶏

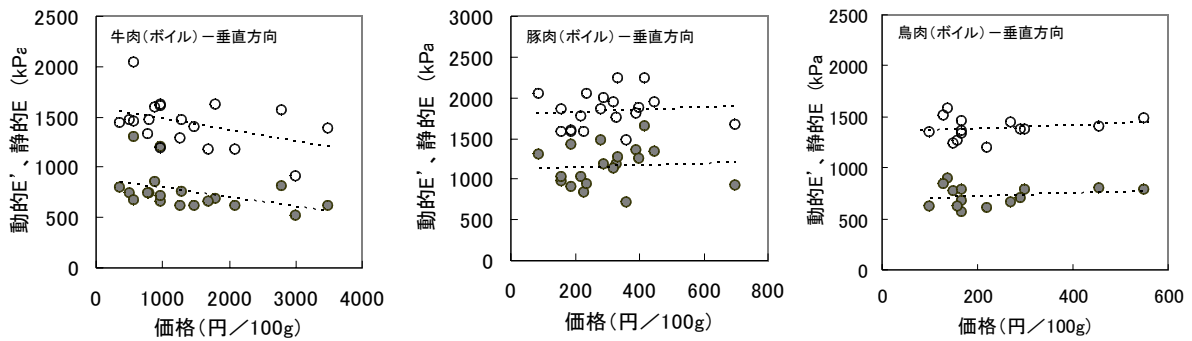


図8 畜肉の粘弾性と価格

○：動的E'（貯蔵弾性率）、●：静的E'（ヤング率）

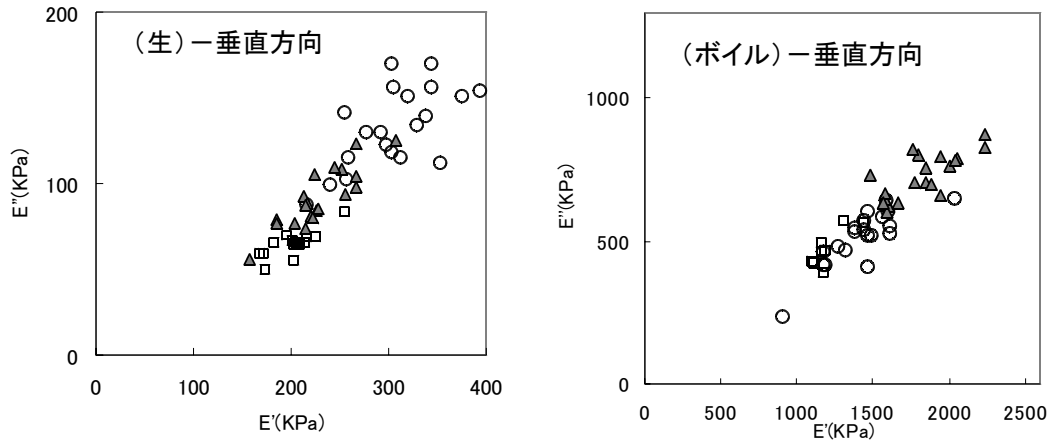


図9 各種畜肉試料の動的粘弾性分布

○ : 牛肉、□ : 鶏肉、▲ : 豚肉

3.5 各種畜肉の動的粘弾性分布特性

動物種別の動的粘弾性分布を図9に示した。生、ボイル試料とも、動物種に関わらずバンド状に分布した。生試料では牛肉>豚肉>鶏肉であり、ボイル試料では豚肉>鶏肉>牛肉であった。これらの結果から、動物種間の肉質の違い及び加熱による変化の特徴を動的粘弾性測定により把握できることが示された。

4 まとめ

動的粘弾性測定による畜肉の品質評価について検討し、各種畜肉の粘弾性を比較し以下の結果を得た。

- 1) ボイル試料は動的粘弾性測定、静的圧縮試験のいずれでも評価できたが、生試料では動的粘弾性測定の方が適している。
- 2) 畜肉の動的粘弾性をXYプロットするとバンド状に分布する。国産、輸入、銘柄品などの原料群としての特徴はないが、価格と弾力性の関連は認められた。
- 3) 動物間の肉質の特徴の違い、加熱前後の変化の違いを示すことができた。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、客員研究員として指

導いただいた東京大学大学院空閑重則教授に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 関根正裕：超磁歪アクチュエータを用いた動的粘弾性測定装置の開発及び塗料品質評価への応用、塗装工学, **39**, (2004)388
- 2) 入江正和：豚肉質の客観的評価とその応用、大阪府立農林技術センター研究報告, **32**, (1996) 58
- 3) 入江正和：豚の肉色に対する光学的評価技術、大阪府立農林技術センター研究報告, **35**, (1999) 35