鶏肉ソーセージの湯煮とゲル化について*

中 山 照 雄**

On Boiling and Gelation of Hen-Meat Sausage

TERUO NAKAYAMA

Effect of center temperature of sausage during cooking on its viscoelasticity was investigated in the manufacturing process of hen-meat sausage. Center temperature of sausage was measured by a thermometer with a thermocouple, and breaking stress, viscosity, elastic modulus in the center of sausage by a curd meter.

Center temperature of leg-meat sausage needed longer times to rise and reach to a certain level than that of the breast-meat sausage needed. The reason would be due to higher fat content in leg-meat.

Four minutes were needed till elasticity appeared in the center of breast-meat sausage when processed at 80 or 95°C, and six minutes when processed at 65°C. During these heating process, center temperature of sausage rose to 40°C or more. This temperature corresponded to the coagulation temperature of myosin B. On gelation of sausage, at first step, viscosity increased and then elasticity appeared. It was deduced from viscosity increase that polymerization of myosin B by cross-linking or entanglement occurred. The presence of network structure with cross-linking was deduced from elasticity appearance.

(Received June 1, 1974)

さきに著者は鶏肉をソーセージ化して、食べごろの硬さにすることを報告した¹⁾。すなわち鶏肉胸筋および肢筋は坐りを利用して加塩搗肉ゲルをつくることにより軟くなり、加熱前に加塩搗肉ゾルをインキュベーションすることにより、加塩搗肉ゲルはポークハムのような歯ごたえを示すようになった。一方加塩搗肉ゲルの構造はミオシンBのゲル化により発現することが明らかになった^{2)~4)}。ソーセージの製造において加熱温度および加熱時間とソーセージの加熱時の中心温度変化の関係、中心温度変化とソーセージの中心の粘弾性変化の関係をすることは重要である。ソーセージの中心の粘弾性変化はミオシンBの変化によると考えられるから、中心温度の変化と中心の粘弾性変化の関係は中心温度の変化とミオシンBの変化の関係と考えられよう。

本実験では鶏肉の胸筋あるいは肢筋からソーセージをつくる場合の中心温度の変化と中心の粘性率、弾性率、破断応力の変化を測定し、温度変化とミオシンBの変化について考察を行なった。

実験方法

1. 実験材料

約24カ月齢の白色レグホン種の鶏肉を死後24時間貯蔵してから用いた。使用に際しては、(1)胸筋——‘ささみ’と‘てば’混合——、(2)肢筋——‘もも’——の2種を脂肪および結合組織をできるだけ切除して使った。‘ささみ’は pectoralis profundus からなっており、‘てば’は主に pectoralis superficialis からなっており、‘もも’は主に tensor fasciae latae, biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus, vastus fibularis からなっていた。

2. 鶏肉ソーセージ物性測定試料の製造方法

鶏肉を骨付きのままで3°C死後24時間貯蔵し、骨抜きし、使用すべき部位の肉を電動式肉挽機(花木株式会社製)で挽き、10分間空すりし、対肉重量2.5%のNaClを加えて20分間塩すりし、スタッファーでソーセージ用ケーシング(塩化ビニリデンフィルム、管状形の直径28mm)に詰め、65, 80, または95°Cの湯煎中(恒

* 食肉の結着力と筋原繊維蛋白質の関連 (第7報)

** 中国短期大学 (岡山市庭瀬 83)

Chugoku Junior College. Niwase, Okayama-shi.

温水槽精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$) で所定時間加熱し、水中で急冷してソーセージを調製した。

3. ソーセージの中心温度と物性の測定

ソーセージの 65, 80, あるいは 95°C で加熱時の中心温度を自動平衡記録計付熱電対温度計 (調理実験用 3 ペンコーダー, 飯尾電機株式会社製) で測定するとともに, それらの温度で所定時間加熱して調製したソーセージの破断応力, 粘性率, 弾性率をカード・メーター (飯尾電機株式会社製) で 3°C で測定した。詰め肉の中心温度は 6 箇の試料の平均値を, ソーセージの物性は 6 回の測定の平均値を示した (第 1 表, 第 3~5 図)。

ソーセージが粘性を示す場合にカード・メーターの記録曲線から粘性率が求められる。この場合のカード・メ

第 1 表 中心温度の変化と加熱時間

加熱温度	原 料	加 熱 時 間 (分)	
		中心温度上昇開始	中心温度上昇終了
65°C	鹿鶏肉胸筋	0.95 分	18 分
	鹿鶏肉肢筋	1.45 分	21 分
80°C	鹿鶏肉胸筋	0.95 分	21 分
	鹿鶏肉肢筋	1.50 分	27 分
95°C	鹿鶏肉胸筋	0.95 分	27 分
	鹿鶏肉肢筋	1.30 分	66 分

第 1 図 カードメーターの記録曲線の解析

原料 鹿鶏肉胸筋, 加熱温度 65°C , 加熱時間 5 分

$$\text{粘性率} = \frac{P_1 \times 980 / 0.0079}{0.14} \text{ (dyne} \cdot \text{sec} / \text{cm}^2 \text{)}$$

P_1 = 歪速度 0.14 sec^{-1} のときの荷重 (gr)

980 = 重力の加速度

0.0079 = 感圧軸先端の断面積 (cm^2)

$$0.14 = \text{一定歪速度 (sec}^{-1}\text{)} = \frac{\text{可動台板の上昇速度 (cm/sec)}}{\text{試料の厚さ (cm)}}$$

$$= \frac{0.36 \text{ cm/sec}}{2.5 \text{ cm}}$$

ーターの記録曲線の典型的な形を第 1 図に示す。加熱時間 5 分は 65°C の恒温水槽へ入れてからの経過時間でソーセージの中心温度上昇中の時間である。対角線と記録曲線の間の距離は縮みであり, 記録曲線の縦座標の値が荷重である。初めに荷重が増加するとともに歪速度が変化する領域が現われた後, 荷重が一定で歪速度も一定の領域が現われる。記録曲線が対角線と平行になった瞬間が, 感圧軸先端が試料を貫いて可動台板に達した時である。荷重が一定で歪速度も一定の領域から粘性率は第 1 図の説明のようにして求められる。

ソーセージが弾性を示す場合にカード・メーターの記録曲線から弾性率が求められる。この場合のカード・メーターの記録曲線の典型的な形を第 2 図に示す。加熱時間 10 分は 65°C の恒温水槽へ入れてからの経過時間で, ソーセージの中心温度上昇中の時間である。初めに記録曲線が単調増加して極大値に達する領域がある。この領域では荷重も縮みも荷重時間に比例している, 荷重と縮みの比から第 2 図の説明のようにして弾性率が求められ極大値は破断荷重である。記録曲線が極大値を過ぎるとゲル構造が急に破断して記録曲線は減少し, その後再び増加して最後に対角線と平行になる。記録曲線が対角線と平行になった瞬間が, 感圧軸先端が試料を貫いて可動台板に達した時である。

第 2 図 カードメーターの記録曲線の解析

原料 鹿鶏肉胸筋, 加熱温度 65°C , 加熱時間 10 分

$$\text{弾 性 率} = \frac{P_2 \times 980 / 0.0079}{e / 2.5} \text{ (dyne} / \text{cm}^2 \text{)}$$

P_2 = 荷重 (gr)

980 = 重力の加速度

0.0079 = 感圧軸先端の断面積 (cm^2)

e = 縮み (cm)

2.5 = 試料の厚さ (cm)

破断応力 = $P_3 \times 980 / 0.0079$ (dyne/ cm^2)

P_3 = 破断荷重 (gr)

実験結果および考察

1. 中心温度の変化と加熱時間

ソーセージの加熱時の中心温度の変化は3段階に分けられる。初期にソーセージの表面から中心に向かって熱が伝わる間の中心温度が変化しない段階、熱が中心に伝わった瞬間から中心温度が上昇する段階、最後に中心温度の上昇が止まり中心温度が一定になった段階である。ソーセージの加熱時の中心温度の変化と加熱時間を第1表に示す。鹿鶏肉胸筋ではいずれの加熱温度でも0.95分で中心温度上昇が開始したが、中心温度上昇終了は加熱温度が高いほど長時間であった。鹿鶏肉肢筋では加熱温度95℃のときは、加熱温度80℃、65℃のときより短時間に熱が中心まで伝わり、中心温度上昇開始がより短時間で起こった。中心温度上昇終了は鹿鶏肉肢筋でも加熱温度が高いほど長時間であった。鹿鶏肉肢筋の方が鹿鶏肉胸筋より中心温度上昇開始も中心温度上昇終了も長時間であり、熱を伝えにくかった。これは鹿鶏肉肢筋、胸筋の脂肪含量がそれぞれ5.8%、0.7%であり、肢筋の脂肪含量の方が胸筋の脂肪含量より5.1%多かったこと、すなわち脂肪が熱を伝えにくいことによるものと思われる。肉の熱伝達速度に対する脂肪含量の影響についての報告はランチョンミート⁵⁾と牛肉ソーセージ⁶⁾について見られ、ともに添加脂肪%の差が10%のものについて本実験と同様な結果を報告している。一方、ソーセージに加工してない若鶏肉の‘もも’と‘ささみ’の熱伝達速度を比較して‘ささみ’の方が‘もも’より熱伝達速度が速いことも報告されており⁷⁾、ソーセージに加工した場合の本実験の結果と一致している。

2. 加熱による中心温度と物性の変化

加熱温度65℃、80℃、95℃でのソーセージの加熱時の中心温度変化とソーセージの物性変化をそれぞれ第3図、第4図、第5図に示す。いずれの加熱温度でも初期に粘性率の増加が起こり、その後粘性を示していたソーセージが弾性率が増加した。ソーセージに弾性が現われるまでに、加熱温度65℃、80℃、95℃でそれぞれ加熱時間6分、4分、4分を要した。ソーセージに初めて弾性が現われた時のソーセージの中心温度は加熱温度65℃では46℃、加熱温度80℃、95℃では40℃であった。この温度40~46℃はミオシンBの熱凝固温度⁹⁾40℃、ミオシンAの熱凝固温度⁹⁾50℃と一致した。またさらに報告した1.5%ミオシンB溶液を30℃に静置すると粘度が増加すること⁹⁾を考え合わせると、本実験でソーセージの粘性率が加熱初期に増加したことは、(架橋あるいは絡みによる)ミオシンBの重合によるものと推定された。ところでもし架橋のある網状構造が存在しなければ粘性が現われ弾性は現われない。ソーセージに弾性が出現したことから架橋のある網状構造の出現が推定された。

いずれの加熱温度でもソーセージの破断応力の変化は弾性率の変化とだいたい対応した。いずれの加熱温度でも弾性率が最大値を示す加熱時間と破断応力が最大値を示す加熱時間は一致したが、その加熱時間は加熱温度65℃では50分で中心温度上昇終了時間18分より長時間であり、加熱温度80℃では48分で中心温度上昇終了時間21分より長時間であり、加熱温度95℃では22分で中心温度上昇終了時間27分より短時間であった。加熱温度95℃では加熱時間22分で中心温度は93℃であり、詰め肉の中心温度が93℃のときソーセージの破断

第3図 加熱温度65℃での中心温度と物性の経時変化
原料 鹿鶏肉胸筋

第4図 加熱温度 80°C での中心温度と物性の経時変化
原料 鹿鶏肉胸筋

第5図 加熱温度 95°C での中心温度と物性の経時変化
原料 鹿鶏肉胸筋

応力および弾性率が最大値を示し、それ以上加熱温度 95°C で加熱を継続してもむしろ破断応力および弾性率を低下させるだけであるといえる。

破断応力の最大値は加熱温度 65°C, 80°C, 95°C でそれぞれ 1.5×10^7 dyne/cm², 1.4×10^7 dyne/cm², 1.4×10^7 dyne/cm² であり、弾性率の最大値は加熱温度 65°C, 80°C, 95°C でそれぞれ 1.3×10^7 dyne/cm², 1.7×10^7 dyne/cm², 1.7×10^7 dyne/cm² であった。破断応力の最大値は加熱温度にかかわらずほとんど一定である(むしろ加熱温度が低い 65°C の場合の方が加熱温度が高い 80°C, 95°C の場合よりいくぶん大きい)が弾性率の

最大値は加熱温度 65°C の方が加熱温度 80°C, 95°C より小さい。従って上述の比較で破断の際の凹みの大きさは加熱温度 65°C の方が加熱温度 80°C, 95°C より大きいといえる。すなわち加熱温度 65°C の方が加熱温度 80°C, 95°C より軟かくてしなやかな製品を得ることができる。

要 約

鹿鶏肉ソーセージの製造工程中の湯煮操作における、ソーセージの温度が、ソーセージの破断応力、粘性率、弾性率にどのように影響するかを検討した。ソーセージの加熱時の中心温度は熱電対温度計で、ソーセージの中

心の破断応力、粘性率、弾性率はカード・メーターで測定した。

詰め肉の中心温度が上昇し始めるまでに要する時間は、
肢筋を用いた場合の方が胸筋を用いた場合より長く、また
中心温度が上昇し終るまでに要する時間も肢筋を用いた
場合の方が長かった。肢筋の方が胸筋よりも脂肪含量
が多いことが中心温度の経時変化の差異を生じたのであ
ろうと考えた。

胸筋を用い 65°C、80°C または 95°C で加熱した場合
には、ソーセージの中心に弾性が現われるまでにそれぞ
れ加熱時間 6 分、4 分、4 分を要した。これらの加熱時間
でソーセージの中心温度は 40°C 以上になっており、こ
の温度はミオシン B の熱凝固温度と一致した。またゲル
化は初め粘性の増加が起こり、その後弾性が現われた。
粘性の増加から(架橋あるいは絡みによる)ミオシン B の
重合を推定し、弾性の出現から架橋のある網状構造の出
現を推定した。

文 献

- 1) 中山照雄・佐藤 泰：食品工誌，**21**，461 (1974)。
- 2) SATO, Y. and NAKAYAMA, T.: *J. Texture Studies*,
1, 309 (1970)。
- 3) NAKAYAMA, T. and SATO, Y.: *J. Texture Studies*,
2, 475 (1971)。
- 4) NAKAYAMA, T. and SATO, Y.: *J. Texture Studies*,
3, 359 (1972)。
- 5) YASUI, T., ESSELEN, W.B., FUKAZAWA, T. and
HASHIMOTO, Y.: *Agr. Biol. Chem.*, **25**, 632
(1961)。
- 6) 橋本吉雄・長橋隆雄・小松九二夫・深沢利行：日
本食肉加工情報，No. 186, 3 (1965)。
- 7) 橋本吉雄編：「畜肉の科学と製造」初版，養賢堂
p. 202 (1966)。
- 8) SAMEJIMA, K., HASHIMOTO, Y., YASUI, T. and
FUKAZAWA, T.: *J. Food Sci.*, **34**, 242 (1969)。
- 9) NAKAYAMA, T. and SATO, Y.: *Agr. Biol.
Chem.*, **35**, 208 (1971)。

(昭和 49 年 6 月 1 日受理)