

【資料】

# ハンバーグステーキ焼成時の内部温度

(腸管出血性大腸菌 O 157 に関する)

(第 2 報) 材料および混合方法の違いが内部温度に及ぼす影響

Internal Temperature of Hamburger Steak during Cooking in an Oven  
 (Rerated of *E. coli* O 157 : H 7 Food Poisoning)  
 Part 2 Effects of Ingredient and Methods of Mixing on Internal  
 Temperature of Hamburger Steak

日本調理科学会近畿支部 焼く分科会\*

1996 年の夏、日本列島に猛威をふるった腸管出血性大腸菌 O 157<sup>(オ)</sup>は 1997 年の夏にはアメリカでもハンバーガーの中に検出されるなど、再び増加しつつある感染症のひとつとして今や我々の食生活を不安にする要因となっている。

日本調理科学会近畿支部、焼く分科会では「ハンバーグステーキの焼成条件の違いが内部温度におよぼす影響」について検討を行った結果「75°Cで 1 分間加熱」を満たすために必要な種々の条件を第 1 報(大島ら)で報告した。本報では材料および混合方法を変化させた場合の検討を試みた。

一般にハンバーグステーキ(以下ハンバーグとする)に用いるひき肉の種類は種々あり、アメリカでは Ground Beef Patties と称して牛ひき肉が主に用いられるが、我が国では川村ら(1976)が各種の料理書からハンバーグの材料についてまとめたものによると、使用肉については牛ひき肉を用いたのは 46%, 豚との合ひ挽き肉を用いたのは 39%, 単にひき肉と明記されていたのが 14% であった。その他ハンバーグについての多くの研究報告においても牛、豚の合ひ挽き肉が用いられており、そのため牛赤身肉のみに限らず豚肉や混合肉についての検討が必要であると思われた。

またハンバーグの副材料のうち配合量が多く焼成温度に影響をおよぼすと思われるたまねぎについても、配合量、加熱処理の有無による検討を行った。

混合方法では一般的な手ごねとフードカッターを用

いそれぞれ混合回数を変化させることによる検討を行った。

これらの実験は、4ヶ所の研究室で行った結果を以下にまとめた。全てを同条件で行うことは不可能であったが、このことはまたどのような条件にも対応できる結果が検討できると思われた。

## 実験方法

試料の基本材料、材料の配合割合、混合方法、焼成方法、測定条件は第 1 報に準じた。まず最初に基本の条件を次に本研究の材料および調製方法を示した。

### 1. 基本ハンバーグの条件

#### 1) 基本の材料および配合割合

基本の材料および配合割合はひき肉 200g, たまねぎ(2mm の角切り) 100g, 生パン粉、牛乳、卵各 20g, 塩 2g, こしょう 0.02g とした。

なお基本の材料のたまねぎは加熱処理をしない生を用いており、「加熱」と説明のないものは生のたまねぎを示した。

#### 2) 基本の混合方法および成形

全材料をボールに入れ、ゴムベラで切るように 50 回混ぜ、さらに練るように 300 回混ぜた。

1 個につき 100g を球形に成形後、上部より偏平なアルミ皿で押さえ、厚さ 20mm、直径 76~78mm の円形に成形し、1 回の混合で 3 個分を調製した。

#### 3) 焼成方法

ガスオーブン、電気オーブンの庫内温度を 230°C に設定し、1 度に 3 個の試料をオーブン皿にのせて焼成し、2 個の試料の中心温度が 75°C に到達した時点を焼成終了とした。

\* 米田泰子、加藤佐千子、石村哲代、阪上愛子、佐々木廣子、中山伊紗子、安田直子、大喜多祥子、大島英子、殿畠操子、樋上純子、福本タミ子、山口美代子、山本悦子、渡辺豊子、山田光江、堀越フサエ、木咲 弘

## ハンバーグステーキ焼成時の内部温度

使用したガスオーブン、電気オーブンの機種については各結果の表の下に示した。

## 4) 測定方法

内部温度測定は試料中央部の下から 15 mm に熱電対をセットして行い、内部温度が 75°C に到達した時間、焼成終了後オーブンから出した後、余熱で到達した最高温度(以後余熱最高温度と記す)、および 75°C 保持時間を測定した。

焼成後、試料内部温度が 40°C で重量、直径、厚さを測定し、焼成前の試料に対する割合で示した。

以上に述べた第 1 報のハンバーグの条件を基本に、本報ではひき肉の種類、たまねぎの配合量と加熱処理の有無、混合方法等の実験条件を以下のとおりとした。

## 2. 材料および調製方法

## 1) 材 料

ハンバーグの材料中、ひき肉およびたまねぎの条件を以下に示した。

## i) ひき肉

ひき肉は、各 4ヶ所の研究室とも価格に大差の生じない程度で、日常よく使用されていると思われるものを用いた。ひき肉の粒度(直径 3.2 mm) および肉のひき方はすべて同じ。

① 牛ひき肉(赤身が多い腿肉、150 円/100g)、豚ひき肉(赤身が多い腿肉、200 円/100g) および両者をそれぞれ 50% ずつ混合した 3 種を実験当日に専門店(京都市内)から購入した(牛ひき肉と豚ひき肉の比較で使用)。他の条件は基本に準じた。

② 牛ひき肉(オーストラリア産輸入牛赤身ブロックのひき肉—以後赤身ブロックとする、148 円/100g) と牛脂混合(赤身ブロックに牛脂 30% を混合)をスーパー・マーケット(大阪府内)から実験当日に購入した。(牛ひき肉の赤身と牛脂混合の比較および混合方法の比較で使用)

他の条件は基本に準じた。

③ 牛ひき肉(黒毛和牛兵庫県産、250 円/100g)をスーパー・マーケット(大阪府内)から実験当日に購入した。(たまねぎの配合量の比較で使用)

他の条件は基本に準じた。

④ 牛ひき肉(黒毛和牛、198 円/100g)をスーパー・マーケット(大阪府内)から実験当日に購入した。(たまねぎの加熱有無の比較で使用)

他の条件は基本に準じた。

## ii) たまねぎ

たまねぎの配合量と加熱処理の有無による比較条件を以下に示した。

① 牛ひき肉に対してたまねぎの配合量を 100%, 50%, 25%, 0% すなわちひき肉とたまねぎを 150 g と 150 g, 200 g と 100 g, 240 g と 60 g, 300 g と 0 g とした。

ひき肉の種類は③を用い、それ以外の条件は基本に準じた。

② たまねぎの加熱は生のみじん切りたまねぎを金属製のパウンド型に入れ、上部をアルミホイルで覆い 160°C のオーブンで 15 分間加熱し、フライパンで炒めた時(川村ら 1976)の水分減少量を参考に 100 g が 80 g になるまでとした。加熱たまねぎ 80 g を生たまねぎ 100 g と置き換えて用いた。(加熱たまねぎはひき肉 200 g に対して 80 g とした。従って、加熱たまねぎ使用のハンバーグ 1 個 100 g 当たりのひき肉は 3.2%, 他の材料は 1.0% 多くなる。)

ひき肉の種類は④を用い、他の条件は基本に準じた。

## 2) 調製方法

## i) 混合方法

① 全材料をゴムべらで切るように 50 回混ぜ、さらに練るように 100 回および 300 回(基本)混ぜた。

② 椎形に 8 等分に切ったたまねぎをフードカッター(MK-k 77; ナショナル)に入れ、断続回転を 5 回行ってたまねぎを切り、次に残りの全材料を加えてさらに断続回転を 5 回または 50 回行って混合した。

①②ともひき肉の種類は 1) i) の②を用い、他の条件は基本に準じた。

## ii) 焼成方法

焼成方法は基本に準じた。

## 3) 測定方法

測定方法は基本に準じた。

使用した記録計の機種および熱電対の種類は各結果の表の下に示した。

## 実験結果および考察

## 1. ひき肉の違いによる比較

牛、豚ひき肉の結果を表 1 に、牛の赤身と牛脂混合の結果を表 2 に示した。

オーブン内ハンバーグの内部温度が 75°C に到達する時間は豚ひき肉が牛ひき肉よりも 2.2 分短く(表 1)、牛ひき肉では牛脂混合が赤身よりも 0.8 分短かった(表 2)。

牛肉、豚肉、油脂の比熱(鈴木 1995)をみると牛肉は 0.77、豚肉は 0.68 で豚肉の方が小さく、油脂は 0.5 前後とされている。ひき肉の種類および質が異なる場合には、他の条件が同一であれば比熱の小さい肉のハンバーグが高温になり易いと考えられる。

表1. 牛(赤身が多い腿肉), 豚(赤身が多い腿肉)および両者50%混合ひき肉の内部温度75°C到達時間および焼成後の形状

	牛ひき肉 (赤身が多い腿肉)	牛・豚ひき肉 50%混合	豚ひき肉 (赤身が多い腿肉)	t検定 牛-混合	牛-豚	混合-豚
75°C 到達時間 (分)	16.5±0.9	16.6±0.3	14.3±1.4	n.s.	**	**
余熱最高温度 (°C)	78.0±1.2	78.4±1.5	78.8±3.3	n.s.	n.s.	n.s.
75°C 保持時間 (分)	5.0±2.1	5.8±1.5	4.7±1.8	n.s.	n.s.	n.s.
焼成後の形状						
重量 (%)	68.1±1.0	70.8±1.1	77.7±1.7	**	**	**
直径 (%)	79.5±1.1	79.3±0.6	87.1±1.9	n.s.	**	**
厚さ (%)	151.5±5.7	147.8±4.2	123.6±4.8	n.s.	**	**

電気オーブン (ERP-1300 SF(W); 東芝)

\*P&lt;0.05, \*\*P&lt;0.01

温度測定は多ペンレコーダー (LR 4110; 横河電機)

熱電対はKタイプ径0.32mm テフロン被覆 (安立計器)

表2. 牛(赤身ブロック), 牛脂混合(赤身ブロック+牛脂30%)ひき肉の内部温度75°C到達時間および焼成後の形状

	牛ひき肉 (赤身ブロック)	牛脂混合 (赤身ブロック +牛脂30%)	t検定
75°C 到達時間 (分)	12.1±0.6	11.3±0.7	*
余熱最高温度 (°C)	87.0±2.0	89.6±1.8	**
75°C 保持時間 (分)	11.3±1.1	13.2±0.8	**
焼成後の形状			
重量 (%)	80.3±1.3	80.0±1.6	n.s.
直径 (%)	85.0±1.5	82.9±2.5	*
厚さ (%)	151.5±7.0	159.4±6.4	*

\*P&lt;0.05, \*\*P&lt;0.01

高速コンビネーションレンジ (RCR, 7 ES 20; リンナイ)

温度測定は多ペンレコーダー (LR 4120; 横河電機)

熱電対はKタイプ径0.6mm テフロン被覆 (安立計器)

余熱最高温度と75°Cの保持時間については牛ひき肉と豚ひき肉で差がみられなかつたが、脂肪量の多い牛脂混合ハンバーグは赤身のものより余熱最高温度は2.6°C高く、75°C保持時間は1.9分長かった。

焼成後のハンバーグの形状を重量、直径、厚さの焼成前に対する割合でみると、それぞれ牛、豚肉間に有意差が認められ、75°C到達時間の短かった豚ひき肉は牛ひき肉より形状変化が小さかった(表1)。牛・豚混合ひき肉のハンバーグは、牛ひき肉のみのものと重量について有意差が認められ、豚ひき肉とでは75°C到達時間、重量、直径、厚さの測定項目に有意差が認められた。従って混合ひき肉は豚ひき肉より牛ひき肉に近い結果を示した。赤身ブロック使用のものと牛脂混合のものでは牛脂混合のものの形状変化が大きかった。(表2)

以上の牛ひき肉と豚ひき肉の形状の差は、豚ひき肉

に要する加熱時間が短いことや、牛脂、豚脂の融点の違いが原因するものと考えられた。すなわち牛脂の融点は40~50°C、豚脂は30~40°Cで、豚脂が溶けだす30~40°Cでは肉の保水力が強く、ドリップは少ないのでに対して、牛脂が溶け出す40~50°Cになると保水力が低下し、ドリップの割合が高くなるために、牛ひき肉の形状変化が大きかったと考えられる。

また赤身ブロックと牛脂混合の形状変化の差は(表2、表5)焼成中に溶けだす脂肪量が多い程(含有脂肪量の多い程)、ドリップも多くなるためであろう。

B. W. BERRY (1992)によると、ビーフパテの脂肪量を0, 4, 8, 12, 16, 20%に変化させた研究結果で、肉のたんぱく質基質は脂肪の移動を妨げる働きをしており、脂肪量の多いパテは脂肪保持率が低くなり、脂肪量の少ないパテより形状が大きく変化すると報告している。またE. S. TROUTT *et al.* (1992)も、低

## ハンバーグステーキ焼成時の内部温度

脂肪のパテは高脂肪のパテより焼成中の脂肪損失が少なく、水分保持率も高くなると報告している。従って牛脂を混合したハンバーグで形状の変化が大であった結果も脂肪量に関係すると考えられる。

このように焼成中におこる現象（脂肪の融解、肉の保水力の変化、たんぱく質の変性等）を温度上昇変化と詳細に対応させることができれば、温度上昇変化で焼成中に起こる種々の現象を語ることが可能となるであろう。今後の課題である。

一般に肉の収縮は極端に高温に熱せられた場合を除いて、長さと幅は収縮し、厚さは充分加熱するまでは増加するとされ、75°C 加熱ハンバーグにおいても肉自身の変形が影響をおよぼしたと思われた。さらにこの現象は豚ひき肉よりも牛ひき肉に顕著にあらわれた。

## 2. たまねぎの配合量・加熱処理有無の違いによる比較

たまねぎの配合量を変えた結果を表3に、生と加熱たまねぎの結果を表4に示した。

たまねぎ50%（ひき肉の半量）の基本と有意差が認められたのは、たまねぎ0%（無添加）とたまねぎ100%（ひき肉と同量）で、25%のものとにはすべての測定項目で差が認められなかった。たまねぎの量が多くなると、75°C 到達時間は短く、余熱最高温度は低く、75°C 保持時間は短く、形状の変化は小さくなり、たまねぎ量の影響が認められるが、肉に対して25%程度の量の差では有意差がなかった。

75°C 到達時間が短いハンバーグは焼成時間が短かいために形状変化が小さくなる。またたまねぎ0%より50%, 50%より100%と配合量が増加すると温度上

表3. たまねぎの配合量を変えた時の内部温度 75°C 到達時間および焼成後の形状

	たまねぎ 100% (ひき肉と同量)	たまねぎ 50% (基本)	たまねぎ 25%	たまねぎ 0%	t 検定 100%-50% 50%-25% 50%-0%		
75°C 到達時間 (分)	12.5±0.9	12.9±0.8	13.8±1.1	13.8±0.1	n.s.	n.s.	n.s.
余熱最高温度 (°C)	83.4±2.6	85.5±1.4	87.0±2.2	87.8±2.6	n.s.	n.s.	*
75°C 保持時間 (分)	10.1±1.8	12.1±1.1	12.7±1.0	13.5±1.2	*	n.s.	*
焼成後の形状							
重量 (%)	75.4±1.6	73.4±1.9	72.7±2.1	71.7±2.3	*	n.s.	n.s.
直径 (%)	88.5±4.6	83.6±5.5	83.9±2.5	81.6±3.3	n.s.	n.s.	n.s.
厚さ (%)	133.0±7.7	152.0±9.9	158.0±8.9	175.0±9.3	**	n.s.	**

高速コンビネーションレンジ (21-870; 大阪ガス)

\* P<0.05, \*\* P<0.01

温度測定は打点式記録計 (uR-180; 横河電機)

熱電対は K タイプ径 0.3 mm Duplex (安立計器)

ひき肉は牛ひき肉 (赤身が多い)

表4. 生と加熱たまねぎの内部温度 75°C 到達時間および焼成後の形状

	生たまねぎ (基本)	加熱たまねぎ	t 検定
75°C 到達時間 (分)	15.2±0.6	13.8±0.5	**
余熱最高温度 (°C)	82.4±2.1	82.6±2.6	n.s.
75°C 保持時間 (分)	10.0±1.7	9.6±2.3	n.s.
焼成後の形状			
重量 (%)	76.1±1.4	74.3±3.3	n.s.
直径 (%)	78.9±1.2	81.1±2.5	**
厚さ (%)	158.7±5.1	151.5±9.0	n.s.

\* P<0.05, \*\* P<0.01

ガス高速オーブン (21-300 E; 大阪ガス)

温度測定は多ペンレコーダー (LR 4110; 横河電機)

熱電対は K タイプ径 0.32 mm テフロン被覆 (安立計器)

ひき肉は黒毛和牛

昇が速くなる（75°C 到達時間が短くなる）のは、ハンバーグ中の水分含量が多くなるためではないかと考えられる。図1にオープン内の水の温度上昇を示したが、水の温度上昇はハンバーグより急速であることから、ハンバーグ中の水分量が多い程内部温度は上昇しやすいと考えられる。

蓑原ら（1985）はハンバーグ中のたまねぎの効果は粗脂肪量や水分の減少をおさえ、ハンバーグの形状の変化を小さくすると報告している。今回の75°C 加熱でも形状の変化はたまねぎを含む方が、またその量は多い程小さくなるという結果が得られた。

生と加熱たまねぎでは75°C 到達時間と直径に有意差が認められ、加熱たまねぎを使うと焼成時間が短く、直径の変化が小さかった。

ハンバーグ中の水分量が多ければ75°C 到達時間は短くなると前述したが、20%の水分量を減少させた加熱たまねぎを用いたものは生たまねぎより75°C 到達時間が約10%短くなった。ハンバーグの加熱に必要なエネルギーはたまねぎに加熱処理を行うことで削減されたと考えられる。すなわち未加熱の食品の加熱と既加熱（加熱済）食品の再加熱に要するエネルギー量が異なり、既加熱のたまねぎを用いたハンバーグの加熱は75°C 到達が短時間で行われたものと考えられる。

### 3. 混合方法の違いによる比較

混合方法を変えた結果を表5に示した。

基本の混合方法とゴムベラ100回、フードカッターで5回または50回混合をそれぞれ比較すると、赤身ブロックでは75°C 到達時間、余熱最高温度、75°C 保持時間共に有意差は認められなかった。牛脂混合では75°C 保持時間でどの混合方法とも有意差が認められ、また余熱最高温度でもフードカッター50回とに有意

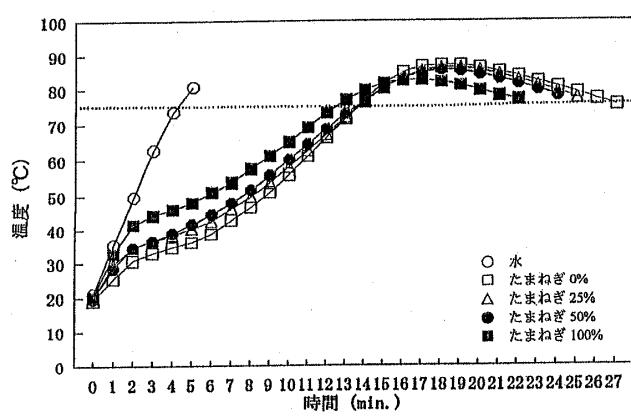


図1. たまねぎの配合量を変えたハンバーグステーキ焼成時における内部温度の変化

差が認められた。この結果牛脂混合では混合回数が異なると75°C 保持時間に差がみられ、100回混合よりも300回混合は短く、またゴムベラよりフードカッターの方が短くなり、牛脂混合は赤身ブロックより混合方法の影響を受けやすいと考えられた。

焼成後の形状をみると、赤身ブロック、牛脂混合共に基本とゴムベラ100回では直径と厚さに、基本とフードカッター5回では重量、直径、厚さに有意差が認められた。混合回数を増加すると重量、厚さは大きく、直径は小さくなり、赤身ブロック、牛脂混合共にその形状は混合回数の影響を受けるといえた。

混合回数を多くするとハンバーグの重量の割合が高いのは、ハンバーグの粘性が高くなり、保水力の増すためであると考えられる。厚さの増加現象は混合回数の多少に影響を受けると考えられ、今回の基本条件として用いた「ゴムベラ300回」の混合を行うと表1~5に示したようにどれも51~59%の厚さの増加が認められる。肉の収縮は60~67°Cで完了するが厚さは増加し、90°Cで8%増加するといわれている。ところが75°C加熱を行って得られた厚さの結果は、肉自身また他の材料が与えた影響も考えられるが、それよりも混合時の混合回数が起因し、その回数が多かったためではないかと思われる。従って回数を多くし、全ての材料が一体化した粘性の高い状態まで混合を行うと重量減少を小さくし、厚さの増加につながると考えられる。

### 要 約

ハンバーグ調理に必要な「75°Cで1分間加熱」を行う場合の条件をひき肉の種類、たまねぎの配合量および加熱処理の有無、混合方法などの違いで検討し、以下の結果を得た。

- 1) 75°C 到達時間は、豚ひき肉が牛ひき肉より短く、牛ひき肉では牛脂混合肉が赤身肉より短く、加熱たまねぎが生たまねぎより短かった。
- 2) 余熱最高温度は、牛脂混合肉は赤身肉より高く、たまねぎ配合量は肉と同量より少ない方が高く、混合方法はゴムベラの方がフードカッターより高かった。
- 3) 75°C 保持時間は、牛脂混合肉では赤身肉より長く、たまねぎ量は少量の方が長く、混合方法はゴムベラの方がフードカッターより長く、混合回数は少ない方が長かった。
- 4) 形状変化は、豚ひき肉が牛ひき肉より小さく、牛赤身肉は牛脂混合肉より小さく、たまねぎ量では配合量の多い方が小さく、混合回数は少ない方が小さかった。

## ハンバーグステーキ焼成時の内部温度

表5. 混合方法を変えた時の内部温度 75°C 到達時間および焼成後の形状  
牛ひき肉（赤身ブロック）

	A	B (基本)	C	D	t検定 A-B	B-C	B-D
75°C 到達時間 (分)	12.0±0.6	12.1±0.6	11.4±0.4	11.5±0.8	n.s.	n.s.	n.s.
余熱最高温度 (°C)	87.7±1.8	87.0±2.0	86.5±1.3	86.3±2.5	n.s.	n.s.	n.s.
75°C 保持時間 (分)	11.7±0.7	11.3±1.1	10.9±0.9	11.1±1.2	n.s.	n.s.	n.s.
焼成後の形状							
重量 (%)	80.3±1.3	80.3±1.3	76.4±1.3	80.9±1.6	n.s.	**	n.s.
直径 (%)	89.5±1.5	85.0±1.5	87.2±0.7	85.9±1.1	**	**	n.s.
厚さ (%)	136.7±6.0	151.1±7.0	128.7±4.9	151.7±5.0	**	**	n.s.

## 牛脂混合（赤身ブロック+牛脂 30%）

	A	B (基本)	C	D	t検定 A-B	B-C	B-D
75°C 到達時間 (分)	11.6±0.6	11.3±0.7	11.4±0.7	11.8±1.0	n.s.	n.s.	n.s.
余熱最高温度 (°C)	91.4±2.0	89.6±1.8	89.1±3.1	87.0±1.9	n.s.	n.s.	**
75°C 保持時間 (分)	14.3±1.1	13.2±0.8	12.0±1.2	11.7±1.2	*	*	**
焼成後の形状							
重量 (%)	79.4±1.5	80.0±1.6	72.5±1.4	78.1±1.3	n.s.	**	*
直径 (%)	87.8±2.2	82.9±2.5	87.6±2.1	82.5±1.1	**	**	n.s.
厚さ (%)	144.2±7.4	159.4±6.4	126.7±2.5	161.1±7.0	**	**	n.s.

\*P&lt;0.05, \*\*P&lt;0.01

A—ゴムべらで切るように 50 回さらに練るように 100 回混合

B—ゴムべらで切るように 50 回さらに練るように 300 回混合

C—フードカッターでたまねぎを断続回転 5 回、全材料を加えて 5 回断続回転混合

D—フードカッターでたまねぎを断続回転 5 回、全材料を加えて 50 回断続回転混合

高速コンビネーションレンジ (RCR. 7 ES 20; リンナイ)

温度測定は多ペンレコーダー (LR 4120; 横河電機)

熱電対は K タイプ径 0.6mm テフロン被覆 (安立計器)

- 5) 牛と豚ひき肉 50% 混合ハンバーグは、75°C 到達時間、重量、直径、厚さの項目で豚ひき肉よりも牛ひき肉を用いたハンバーグに近い結果を示した。

本研究の大要は、平成 9 年度第 19 回日本家政学会関西支部研究発表会(園田学園女子大学 1997 年 10 月 25 日)において発表した。

## 文献

- 1) B. W. Berry (1992) Low Fat Level Effects on Sensory, Shear, Cooking, and Chemical Properties of Ground Beef Patties, *J. Food Sci.*, **57**, 537-540
- 2) E. S. Troutt, M. C. Hunt, D. E. Johnson, J. R. Claus, C. L. Kastner, and D. H. Kropf (1992) Characteristics of Low Fat Ground Beef Containing Texture-modifying Ingredients, *J. Food Sci.*, **57**, 19-24
- 3) 川村峰子, 萩野正子, 山本由美, 上田あつ子, 粟崎美津子, 市川久美 (1976) Hamburg Steak の基礎的研究,
- 4) M. F. Miller, M. K. Andersen, C. B. Ramsey, and J. O. Reagan (1993) Physical and Sensory Characteristics of Low Fat Ground Beef Patties, *J. Food Sci.*, **58**, 461-463
- 5) 萩原惇子, 山口由美子, 池田勇人, 榎津芳之, 城間由子 (1985) 加熱調理に及ぼすハンバーグステーキ中の重量と容積の変化に及ぼす副材料と食塩添加の影響, 永原学園・西久州大学・佐賀短期大学紀要, **16**, 47-52
- 6) M. Susan Brewer, Floyd K. McKeith, and Kristi Britt (1992) Fat, Soy and Carrageenan Effects on Sensory and Physical Characteristics of Ground Beef Patties, *J. Food Sci.*, **57**, 1051-1052
- 7) 鈴木信夫 (1995) 理科年表, 国立天文台編, 丸善株式会社
- 8) 和仁皓明, 村田 一, 種谷真一 (1982) ハンバーグのテクスチャー, 日本食品工業学会誌, **29**, 259-264

(1998 年 3 月 31 日受理)