

資料

鶏肉の真空調理に関する研究 (第2報)

チルド保存期間及び再加熱と鶏肉の物性, 食味との関わり

西念幸江, 柴田圭子, 安原安代

(女子栄養大学栄養学部)

原稿受付平成13年12月3日; 原稿受理平成15年7月18日

Study on Chicken Breast Meat by Vacuum Cooking (II)

Effect of Reheating and Storage Period on the Physical Properties and Sensory Attributes of Chicken Breast Meat

Sachie SAINEN, Keiko SHIBATA and Yasuyo YASUHARA

Faculty of Nutrition Science, Kagawa Nutrition University, Sakado, Saitama 350-0288

Vacuum cooking involves two subsequent processes: storage at refrigeration temperature and reheating in hot water for serving. We investigated the effect of the storage period and reheating method on the physicochemical properties and sensory attributes of chicken breast meat. Reheating was conducted at three temperatures (75°C, 85°C and boiling) in a water bath, the sample being heated until the internal temperature reached 75°C and then held for 1 min. Reheating in boiling water had severe effect on the cooking properties and physical properties. Reheating at 85°C seemed to be useful for reducing the reheating time needed at 75°C. The storage periods tested were 0, 2, 6 and 12 days (including the day of cooking). Decreasing water content and juiciness were related to increasing storage period. To optimize the physicochemical properties and sensory attributes, the usual storage period used in restaurants *etc.* (6 days, including the day of cooking) seems appropriate.

(Received December 3, 2001; Accepted in revised form July 18, 2003)

Keywords: vacuum cooking 真空調理, chicken meat 鶏肉, internal temperature 中心温度, reheating 再加熱, reheating temperature 再加熱温度, storage period 保存期間.

1. 緒言

前報¹⁾で鶏肉を「湯煎温度:70°C, 中心温度:70°C, 加熱保持時間:5分」の加熱条件で調製した真空調理では歩留りが高く, 軟らかく, ジューシーに調製でき, 真空調理の特徴が裏付けられた。さらに, 真空調理は保存が可能であるという利点がある。しかし, 真空調理した食品の保存に伴う食味及び物性の変化についての検討が少ない。また, 日本では真空調理の製造, 流通, 販売に関する法規がない。そこで, フランス衛生局の基準を例示するとレストラン等では6日, 衛生管理された環境では21日となっている。日本では, 生肉や惣菜に準ずる扱いを受けており, 事例報告では茹で野菜:5~7日, 魚:2~3日, 肉類:3~5日の報告^{2)~5)}がある。そこで, 本研究では保存期間が物性,

食味に及ぼす影響を検討した。また, 真空調理は保存後, 提供に際し再加熱を行う。この再加熱条件については, 久保⁴⁾や新調理システム推進協会が1993年に「保存を目的とした真空調理に対するガイドライン」⁶⁾をまとめているが, その温度設定に幅がみられる。そこで, 再加熱の湯煎温度を検討し, 物性や食味への影響を明らかにした。

2. 実験方法

(1) 試料

前報¹⁾と同様に, 埼玉県坂戸市の小売店に委託入手し, 生後8週齢, 屠殺24時間後の市販ブロイラー胸肉の左右を一对として, 左側を対照, 右側を処理区分として実験に用いた。その鶏肉は, 皮はすべて除き,

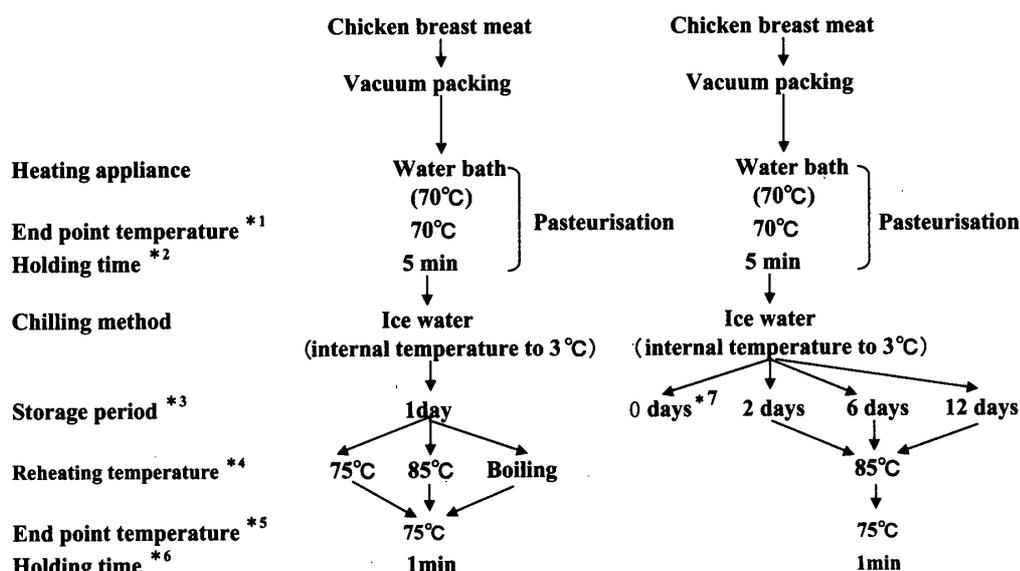


Fig. 1. Vacuum-cooked sample preparation

*¹ Final internal temperature of a sample (70°C) during cooking. *² Holding time after internal temperature of sample had reached 70°C. *³ Sample stored at 0°C. This period includes the day of pasteurisation and reheating. *⁴ Water bath temperature for reheating. *⁵ Final internal temperature of a sample during reheating. *⁶ Holding time after internal temperature of sample had reached 75°C. *⁷ This sample was not stored or reheated.

厚みの不均一な部分は一部除去し、幅6 cm、長さ12 cm、厚さ2 cm程度の大きさ(約120 g)に成形したものを真空包装単位(1枚/1袋)とした。

(2) 加熱試料の調製方法

おおまかな手順はFig. 1に示すとおりである。

1) 真空調理(一次加熱)

再加熱実験を行うにあたり、再加熱を行うと2度の加熱になり、一次加熱で良い状態であっても、たんぱく質変性が進み、仕上がり状態に影響するのではないかと考え、一次加熱の加熱条件を検討したが、この段階で、臭いや肉の色(赤み)より加熱の不足が考えられるものは、再加熱を行っても改善されなかったため、前報の真空調理と同条件「加熱終了の中心温度が70°C、加熱保持時間(加熱終了の中心温度に到達後、中心温度を上昇させずに、温度を保持したまま加熱時間を追加する方法)は5分」の加熱条件で調製した。加熱後の試料は氷水中で中心温度が3°Cになるまで急冷した。

2) 再加熱方法

再加熱終了の中心温度は、新調理システム推進協会が1993年にまとめた「保存を目的とした真空調理に対するガイドライン」⁶⁾では65°Cが提唱されていた。後に、久保より一般的には一次加熱と同温が理想とさ

れているが、実際例としては温度を多少高めにして短時間化をはかるケースが多いようだと言われている⁴⁾。しかし、O-157の問題が起きてより食品の中心温度は75°C、1分といわれることが多く、厚生省(現厚生労働省)により発表された大量調理施設衛生管理マニュアル⁷⁾でも調理した食品の中心温度は75°C、1分とされている。これらのことを充分考慮して再加熱条件を設定した。

そこで、真空調理は大量調理の場での使用も考えられるため75°C、さらに75°C到達後1分間の加熱を採用した。湯煎温度は中心温度と同温(75°C)、85°C、それ以上の温度として沸騰(95~100°C)とした。

一次加熱の条件で試料を調製し、冷却後、インキュベーター(0°C)で1日保存し、75°C、85°C、沸騰の温度に設定した恒温水槽で中心温度が75°Cに到達後、さらに1分の加熱を行った。

3) 保存期間

i) 保存期間・方法の検討

本実験ではフランス衛生局の基準に準拠しているレストラン等の実情を考慮し6日とし、さらにその後の物性、食味特性の変化を検討するため保存期間を12日まで延長した。なお、この保存期間には調製日を含んでおり、インキュベーター(0°C)で保存した。各

鶏肉の真空調理に関する研究 (第2報)

種測定及び官能検査は保存期間2日, 6日, 12日の3区分で行うこととした。

ii) 再加熱方法

2) の検討結果を踏まえ85℃に設定した恒温水槽で中心温度が75℃, さらに1分の再加熱を行った。

なお, 試料は全て室温にもどしてから各種測定及び官能検査に用いた。

(3) 測定項目と方法

1) 加熱・冷却所要時間と肉の中心温度

肉の中心温度は試料の一番厚い部位(約3cm)に, 厚み及び幅とも中心に位置するように熱電対温度計を挿し, インテリジェントレコーダー(東亜電波製, INR-6000)により記録した。真空調理は真空状態を保つため, 真空包装用フィルムの上に真空保持テープのムース(ニチワ電気製)を貼り, その上からムースを介した形で温度を測定した。

2) 歩留り

加熱後の肉重量を測定し, 生肉重量に対する割合(%)で示した。

3) 面積保持率

生肉及び加熱肉試料の形をコピーした。その後, 面積を測定し, 次式により算出し, 肉の収縮の指標とした⁸⁾。

$$\text{面積保持率(\%)} = \frac{\text{加熱肉面積}(\text{cm}^2)}{\text{生肉面積}(\text{cm}^2)} \times 100$$

4) 水分

AOAC 公定法に準じ, 減圧乾燥法(100 mmHg, 100℃, 5時間)で測定した⁹⁾。

5) 多汁性

遠心分離法¹⁰⁾¹¹⁾に従って行い, 多汁性の指標とし, 次式より算出した。

$$\text{多汁性(\%)} = \frac{\text{遠心前肉重量}(\text{g}) - \text{遠心後残渣量}(\text{g})}{\text{遠心前肉重量}(\text{g})} \times 100$$

6) 物性測定

剪断値とその時の歪率をクリープメーター(山電製 RHEONER II RE2-33005)により測定した¹²⁾。

7) 肉の内部の色

測色色差計(日本電色工業 ND-101D)により U.S.C. 表色系のハンター表色法による L, a, b 値を測定した¹³⁾。

8) 組織観察

Masson Torichrome 染色法の変法¹⁴⁾により行った。星野ら¹⁵⁾¹⁶⁾の方法に準じ, 生肉及び加熱肉を包埋に用いた。包埋後の試料は, 滑走式マイクロトームで3μm

の薄切切片とし, 染色後, 生物顕微鏡により組織観察をした。

9) 核酸関連物質

Terasaki ら¹⁷⁾, 中島ら¹⁸⁾の方法に基づき, Shibata and Yasuhara¹⁹⁾の方法に従った。生肉と加熱肉試料を10%過塩素酸で抽出し, 5N-KOHで中和し, 高速液体クロマトグラフィー(日本分光工業, TRI/ROTARVI型), 検出器はVIDEC-VI, 記録器はSic-Chromatocorderによって測定し, 同定した。

なお, 測定は官能検査より食味上適した条件と考えられたもののみ行った。

10) 遊離アミノ酸

スルホサルチル酸法²⁰⁾に従い, 生肉と加熱肉試料5gに2%スルホサルチル酸液5mlを加えホモジナイズ後3,000 rpmで15分間遠心分離した。上澄みを採取し, 蒸留水で希釈, 濾過し, 試験溶液とし, 日立L-8500A型高速アミノ酸分析計で測定した。なお, 測定は官能検査より食味上適した条件と考えられたもののみとし, 遊離アミノ酸分析については女子栄養大学栄養学科学研究所に依頼した。

11) 官能検査

7段階評点法²¹⁾を用いて行った。パネラーは, 本学調理学系教職員(20~50歳代女性)15名を対象とした。

なお, すべての実験は3回繰り返して行った。

以上の方法については前報¹⁾に準ずる。

12) 統計処理

実験データはEXCEL統計・多変量解析を用いてt検定を行った。再加熱時の湯煎温度で一元配置の分散分析を行った。

3. 結果及び考察

(1) 真空調理における再加熱が物性, 食味に及ぼす影響

1) 再加熱湯煎温度による調理性と物性

Fig. 2に中心温度履歴を示した。再加熱開始時の中心温度は, 0.8~1.2℃の範囲にあった。中心温度が75℃に到達するまでの時間は, 湯煎温度75℃で34分, 85℃で13分, 沸騰で10分であった。

再加熱湯煎温度(中心温度:75℃, 加熱保持時間:1分, 湯煎温度:75℃, 85℃, 沸騰)による調理性, 物性をTable 1に示した。

75℃, 85℃, 沸騰の3者を再加熱なしの試料と比較すると歩留り, 面積保持率, 水分, 多汁性はいずれも

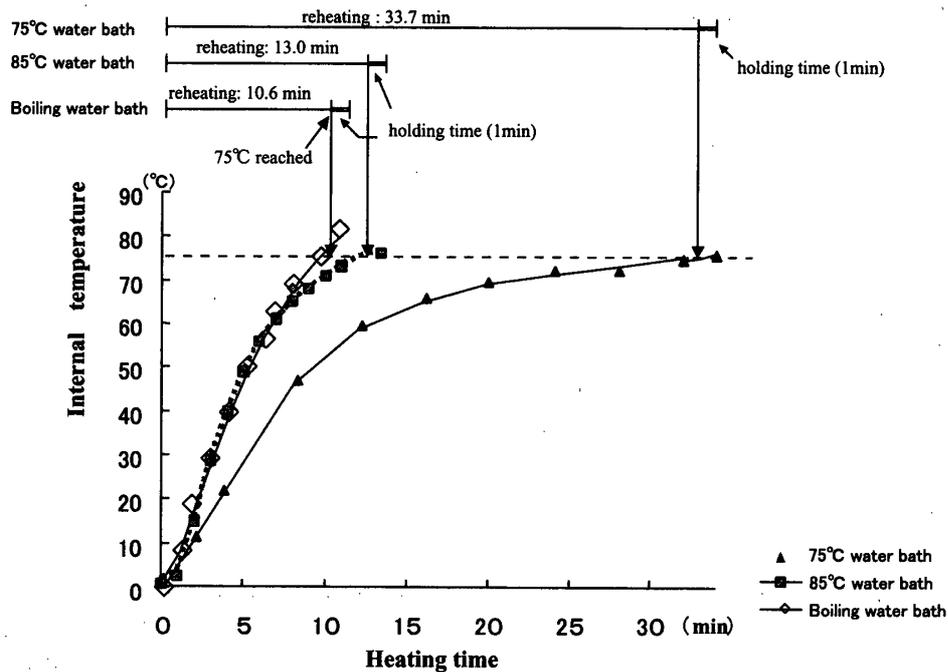


Fig. 2. Time-temperature curves for vacuum-cooked chicken breast meat during reheating

Table 1. Effect of reheating time and temperature on the physical properties of vacuum-cooked chicken breast meat

Physical property	Not stored or reheated* ¹	Reheating water bath temperature		
		75°C* ²	85°C* ³	Boiling* ⁴
Reheating time (min)* ⁵		34.7±0.6 ^c	14.0±0.5 ^b	11.6±0.7 ^a
Yield (%)	88.7±1.1	76.3±2.6 ^b	78.7±0.9 ^c	75.4±1.5 ^a
Size (%)* ⁶	85.9±2.3	79.6±5.0 ^b	79.3±4.6 ^b	72.8±3.9 ^a
Moisture (%)	72.2±0.5	68.2±1.1 ^a	70.4±0.8 ^b	69.8±0.2 ^b
Juiciness (%)	42.3±1.2	28.4±0.9 ^a	33.9±1.4 ^c	29.9±2.0 ^b
Shear value (×10 ⁶ N/m ²)	7.42±1.32	6.39±1.36	6.09±1.52	6.28±1.57
Deformation (%)	60.0±4.4	62.7±1.2	61.4±5.5	65.3±4.6
Internal color <i>L</i>	81.2±0.9	81.9±0.9	80.8±1.0	81.2±1.6
<i>a</i>	2.3±0.2	2.7±0.3 ^b	2.1±0.2 ^a	2.0±0.3 ^a
<i>b</i>	12.3±0.5	11.9±0.6	12.3±0.4	12.3±0.5
Color difference		0.9±0.1	0.8±0.1	0.7±0.1

*¹ This sample was not stored or reheated. Details are shown in Fig. 1. *² Reheated in a 75°C water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. *³ Reheated in a 85°C water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. *⁴ Reheated in boiling water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. *⁵ Time for the internal temperature of a sample to reach 75°C with holding 1 min. *⁶ (Size after heating—size before heating)/size before heating×100. ^{a, b, c} Different letters in the same row indicate significant difference in reheating water bath temperature ($p < 0.01$).

鶏肉の真空調理に関する研究 (第2報)

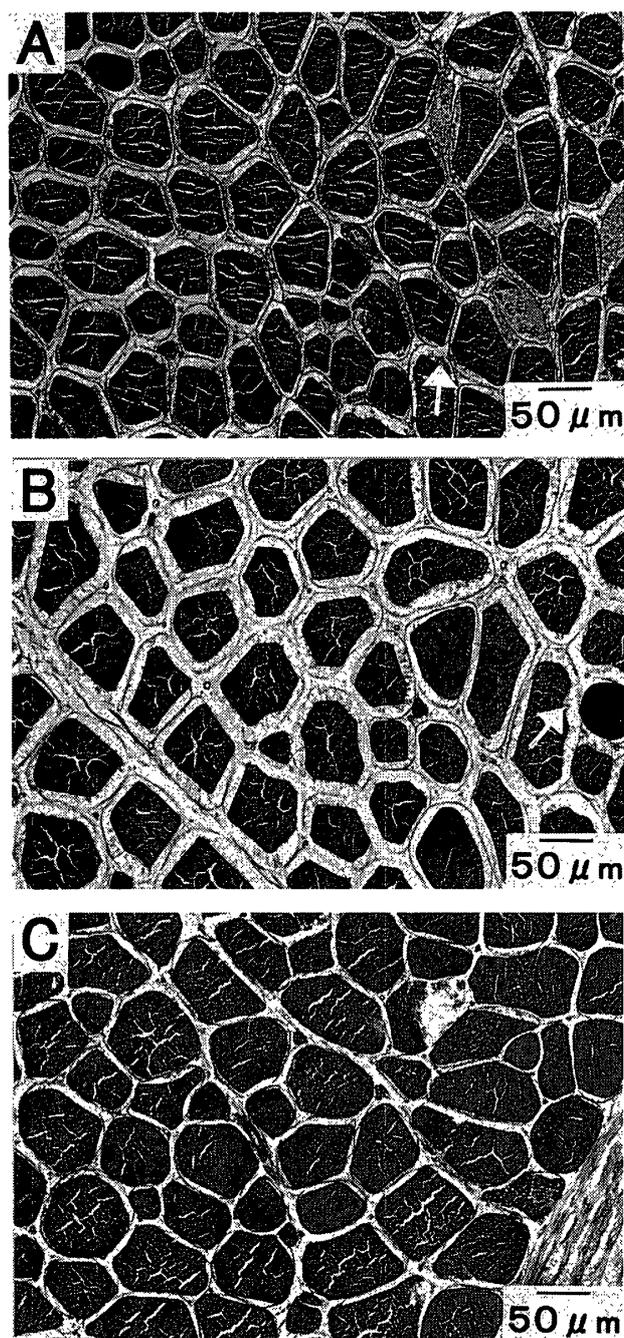


Fig. 3. Structural variation of vacuum-cooked chicken breast meat from the water bath temperature for reheating

The cross section of muscle fibers was viewed by optical microscopy after Masson trichrome staining. A: 75°C, B: 85°C, C: Boiling, ⇨: Protein granule.

低かった。そこで、湯煎温度について比較すると歩留りは85°Cが有意に高く、75°C、沸騰の順に低くなった。面積保持率では75°Cと85°Cには有意な差は認められなかったが、沸騰は有意に低かった。水分・多汁

性は、両項目とも85°Cが有意に高く、沸騰、75°Cの順に有意に低い値を示した。多汁性の減少はたんぱく質の変性に伴い筋細胞内より水分が締め出されることに起因すると思われる²²⁾。75°C、沸騰で有意に低い値を示したのは、前者では再加熱時間の長時間化に伴いたんぱく質変性が進み、後者では湯煎温度が高いため、たんぱく質の変性が急激に進んだためと考えられる。

切断値については75°C、85°C、沸騰の湯煎温度による有意な差は認められなかったが、85°Cが低く軟らかい傾向にあった。これは、85°C、沸騰では再加熱時間が短いため肉を温める効果はあったが、硬さに影響するほどではなく、75°Cは再加熱時間は長い、湯煎温度が低く筋繊維の収縮が少ないためではないかと考えられた。

2) 組織観察

横断面の観察では、中心部は沸騰、85°C、75°Cの間に大きな差はみられなかった。しかし、Fig. 3に示した表面近くでは沸騰は85°C、75°Cに比べ間隙が少なく、たんぱく顆粒も少なく、筋繊維の密度が高いようにみえた。また、染色時の色で青が濃く、橙色もみられ凝固が進んでいる傾向にあった。

85°Cでは間隙が広く、間隙内にたんぱく顆粒が存在した。75°Cは85°Cに類似の傾向を示したが、間隙の大きさ、間隙内のたんぱく顆粒がやや少なかった。

これらより、沸騰は湯煎温度が高いため肉の表面の変性が進み、中心部との差ができたため、全体を試料とした水分や多汁性の測定結果では低い値を示したと考えられる。

3) うま味成分

なお、うま味成分の測定は官能検査により食味上適した条件と考えられた75°Cと85°Cについて行った。

生肉には含まれていたATPは75°C及び85°Cで再加熱したものにおいて検出されなかった (Table 2)。これは、一次加熱の段階でATPアーゼの作用しうる温度範囲²³⁾を通過する時間が長かったことに起因すると考えられた。5'-IMP量 (以下IMP) は、75°C、85°Cの間に有意な差はみられなかった。75°Cは再加熱時間が約35分と長いこと及び加熱温度が低いため、酵素による分解が進み85°Cより低値を示すと考えられた。しかし、一次加熱の段階で酸性ホスファターゼ (失活温度50°Cと70°Cの2種類)²⁴⁾が失活していることも考えられ、85°Cとの間に有意な差が認められなかったと考えた。IMP量について前報¹⁾の真空調理 (湯煎温度・中心温度: 70°C, 加熱保持時間: 5分, 再加

Table 2. Variation in ATP-related compounds in vacuum-cooked chicken breast meat from the water bath temperature for reheating

ATP-related compound	Raw meat (mg/100 g of meat)	Not stored or reheated* ¹ Retention (mg)* ² (Retention %)* ³	Reheating water bath temperature			t-test between 75 and 85°C
			75°C* ⁴ Retention (mg)* ² (Retention %)* ³	85°C* ⁵ Retention (mg)* ² (Retention %)* ³		
ATP	7.38±0.20	—	—	—		
ADP	32.36±0.44	24.23±2.58 (74.9)	18.74±1.40 (57.9)	18.98±0.82 (58.7)		
AMP	6.56±0.14	7.56±0.81 (115.3)	13.25±1.22 (202.1)	14.16±0.52 (216.0)		
IMP	281.12±9.77	218.23±2.18 (77.7)	180.33±10.32 (64.1)	180.85±4.05 (64.3)		
GMP	6.52±0.14	5.13±1.10 (78.7)	2.93±0.21 (44.9)	4.52±0.34 (69.3)	**	
Adenine	4.69±0.03	3.57±0.25 (76.2)	3.66±0.33 (78.1)	5.22±0.19 (111.4)	**	
Adenosine	0.56±0.10	1.10±0.31 (198.2)	0.71±0.06 (127.9)	1.35±0.03 (243.2)	**	
Inosine	57.05±0.92	63.72±2.77 (111.7)	52.55±3.01 (92.1)	54.05±4.09 (94.7)		
Hypoxanthine	7.55±0.29	8.09±1.48 (107.2)	7.49±1.06 (99.3)	7.76±0.65 (102.9)		
Xanthine	4.58±0.11	4.27±0.13 (93.3)	3.94±0.09 (86.1)	4.04±0.11 (88.3)		

*¹ This sample was not stored or reheated. Details are shown in Fig. 1. *² Contents in cooked meat corresponding to 100 g of raw meat. *³ Retention (mg)/raw meat content (mg/100 g of meat)×100. *⁴ Reheated in a 75°C water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. *⁵ Reheated in a 85°C water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. HPLC conditions: Asahipack GC-320 column, 200 mM sodium phosphate buffer (pH 3.0), 1 ml/min flow rate, ATP-related compounds detected at 260 nm. ** Different letters in the same row indicate significant difference in reheating water bath temperature ($p < 0.01$).

Table 3. Variation in free amino acids in vacuum-cooked chicken breast meat from the water bath temperature for reheating

Amino acid	Raw meat (mg/100 g of meat)	Reheating water bath temperature			t-test between 75 and 85°C
		Not stored or reheated* ¹ Retention (mg)* ² (Retention %)* ³	75°C* ⁴ Retention (mg)* ² (Retention %)* ³	85°C* ⁵ Retention (mg)* ² (Retention %)* ³	
Tau	6.32±0.18	2.21±0.20 (35.0)	2.18±0.02 (34.5)	2.45±0.13 (38.8)	*
Asp	5.69±0.85	2.17±0.04 (38.2)	2.60±0.29 (45.7)	2.65±0.10 (46.6)	*
Thr	6.91±0.03	2.28±0.13 (33.0)	2.37±0.28 (34.3)	3.03±0.06 (43.9)	*
Ser	9.30±0.33	3.35±0.21 (36.0)	3.19±0.30 (34.3)	4.27±0.09 (45.9)	**
Glu	12.92±0.01	6.78±0.14 (52.5)	5.13±0.16 (39.7)	7.50±0.09 (58.1)	**
Gln	15.49±0.14	5.57±0.08 (34.0)	3.33±0.19 (21.5)	6.30±0.08 (40.7)	**
Gly	7.51±0.47	2.97±0.05 (39.6)	2.53±0.08 (33.7)	3.73±0.07 (49.7)	**
Ala	12.72±0.05	4.34±0.08 (34.1)	4.90±0.39 (38.5)	6.47±0.06 (50.9)	**
Val	6.56±0.43	3.30±0.06 (50.3)	3.11±0.28 (47.4)	3.98±0.04 (60.7)	**
Met	4.81±0.07	3.63±0.35 (75.5)	3.22±0.28 (66.9)	3.40±0.12 (70.7)	
Ileu	3.39±0.03	1.71±0.03 (42.9)	1.83±0.11 (45.9)	2.36±0.06 (59.2)	**
Leu	7.41±0.22	3.08±0.52 (41.6)	2.83±0.16 (38.2)	3.77±0.13 (50.9)	**
Tyr	5.04±0.05	1.87±0.17 (37.1)	2.02±0.33 (40.1)	2.78±0.05 (55.2)	*
Phe	3.42±0.33	1.20±0.02 (35.1)	1.36±0.19 (39.8)	1.49±0.11 (43.6)	
B-Ala	4.22±0.18	1.26±0.04 (29.9)	2.41±0.11 (57.1)	3.32±0.22 (78.7)	**
Orn	1.09±0.09	—	0.35±0.04 (32.3)	—	
Lys	7.91±0.08	2.79±0.04 (35.3)	3.81±0.14 (48.2)	3.81±0.20 (48.2)	
His	3.24±0.10	1.52±0.07 (46.9)	1.63±0.13 (50.3)	2.49±0.19 (76.9)	**
Arg	7.33±0.10	2.79±0.16 (38.1)	2.60±0.06 (35.5)	3.65±0.32 (49.8)	**
Pro	3.77±0.02	—	1.70±0.02 (45.2)	2.70±0.07 (71.7)	**
Asn	3.04±0.02	1.08±0.13 (35.3)	2.78±0.03 (91.5)	1.61±0.09 (53.0)	**
Ans	580.66±13.60	188.20±2.98 (32.4)	124.28±3.72 (21.4)	210.2±6.79 (36.2)	**
Car	253.13±16.47	69.49±2.37 (27.5)	80.49±6.19 (43.0)	115.99±3.24 (45.8)	**
Total	972.43±3.84	311.59±7.79 (32.0)	260.65±16.14 (26.8)	397.95±10.68 (40.9)	**

*¹ This sample was not stored or reheated. Details are shown in Fig. 1. *² Contents in cooked meat corresponding to 100 g of raw meat. *³ Retention (mg)/raw meat content (mg/100 g of meat)×100. *⁴ Reheated in a 75°C water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. *⁵ Reheated in a 85°C water bath; 75°C final internal temperature, 1 min holding time. Details are shown in Fig. 1. * Significant difference due to the reheating water bath temperature ($p < 0.05$). ** Significant difference due to the reheating water bath temperature ($p < 0.01$).

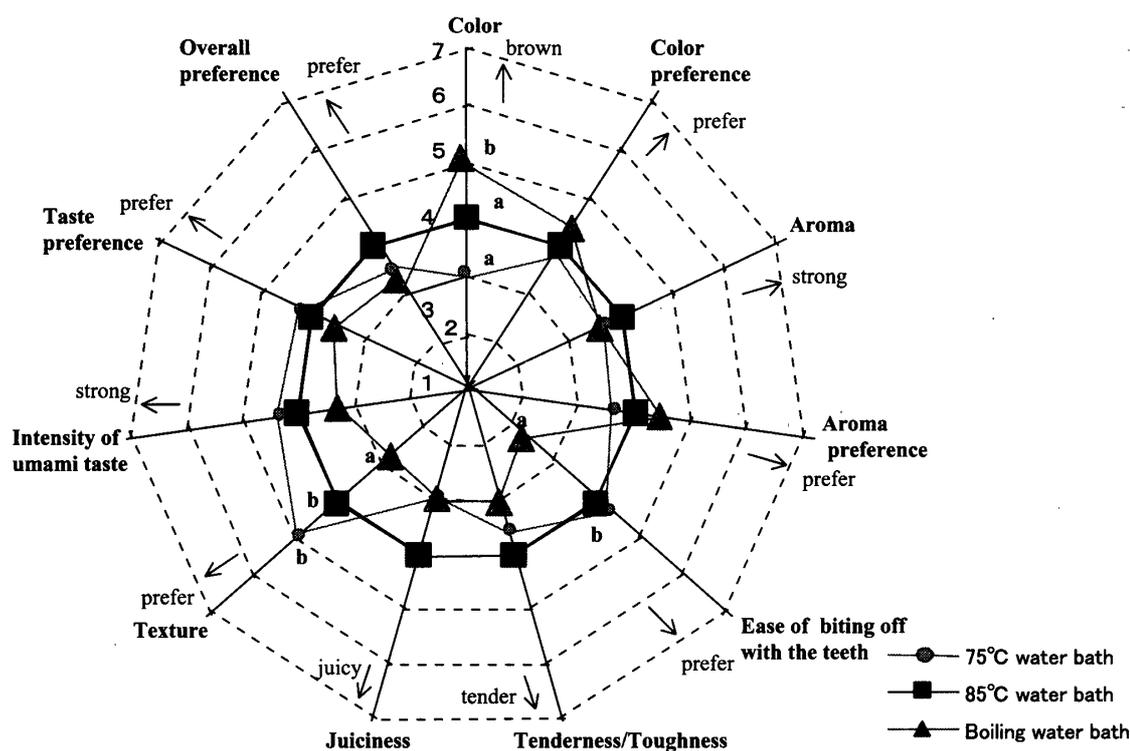


Fig. 4. Variation in the sensory properties from the water bath temperature for reheating. Fifteen panelists evaluated the samples reheated in the 75°C*¹ and boiling water*² baths, using the 85°C*³ sample as a standard. Scales used in the sensory evaluation; 1=red, 7=brown in color; 1=weak, 7=strong in aroma and intensity of umami taste; 1=not preferred, 7=preferred in color preference, aroma preference, ease of biting off with the teeth, texture, taste preference and overall preference; 1=tough, 7=tender in tenderness/toughness; 1=dry, 7=juicy in juiciness. ^{a, b, c}Significant difference ($p < 0.01$). *^{1, 2, 3}Details are shown in Fig. 1.

熱なし)と比較すると75°C, 85°Cとも低かった。これは、一次加熱でタンパク質の変性が起こり、保水性の低下していた状態で再加熱を行ったためドリップ量が増加し、ドリップ中へ流出したためと考えた。

各遊離アミノ酸量は、うま味を呈するGlu, 甘味を呈するGly量が85°Cにおいて有意に高く、遊離アミノ酸の全体量は85°Cで高い傾向にあった(Table 3)。これは、ドリップ中への流出が85°Cでは約5%, 75°Cでは約10%であったことに起因していると推察された。しかし、官能検査のうま味の強さや味の好みでは有意差が認められなかった。

4) 官能検査

Fig. 4に結果を示した。85°Cを基準に75°C, 沸騰を評価した。この75°C, 沸騰両者の間では色, 1噛みめの歯ごたえ, テクスチャーで有意差がみられ, 85°Cに比べ両者とも, 硬さ, 多汁性で低く評価された。また, 75°Cはテクスチャーやうま味では高く評価されたが, 沸騰は全体的に低く評価される傾向があった。官

能検査の項目と測定値との間の相関をみると, 硬さと剪断値の間で高い相関がみられ, 75°Cの場合 $r = 0.997$ ($p < 0.05$), 沸騰においては $r = 0.88$ ($p < 0.05$)であった。また, 官能評価による多汁性と遠心分離法による多汁性との相関は75°Cで $r = 0.866$ ($p < 0.05$), 沸騰で $r = 0.999$ ($p < 0.05$)であった。

以上より, 各湯煎温度について考えると, 3者間に物理・化学的測定及び組織観察では有意な差が認められたが, 官能評価による食味では認識されるほど顕著な差ではなかった。しかし, 沸騰加熱は全体的に低く評価される傾向にあった。

また, 再加熱湯煎温度としては, 沸騰では歩留り, 水分, 多汁性が有意に低下し, 調理性や物性への影響が大きいこと, 75°Cでは再加熱が長時間化することがある。そこで, 再加熱湯煎温度としては, 85°Cが再加熱時間の短縮化という利点より有用と考えられた。

鶏肉の真空調理に関する研究 (第2報)

Table 4. Effect of storage period on the physical properties of vacuum-cooked chicken breast meat

Physical property	Storage period			
	0 day (Not stored or reheated)* ¹	2 days* ²	6 days* ³	12 days* ⁴
Reheating time (min)* ⁵	—	14.4±0.7	14.6±0.8	14.7±0.7
Yield (%)	88.7±1.1 ^c	78.4±2.0 ^b	77.1±1.2 ^a	76.7±1.5 ^a
Size (%)* ⁶	85.9±2.3 ^c	75.3±3.4 ^b	75.0±2.6 ^a	74.1±2.7 ^a
Moisture (%)	72.0±0.6 ^c	69.5±0.3 ^b	69.2±0.5 ^b	68.6±0.4 ^a
Juiciness (%)	41.2±1.1 ^d	33.6±0.8 ^c	32.1±1.4 ^b	31.0±1.1 ^a
Shear value (×10 ⁶ N/m ²)	7.16±1.34 ^{ab}	8.74±1.65 ^{bc}	9.05±1.27 ^c	6.32±1.52 ^a
Deformation (%)	66.8±5.3 ^b	69.5±1.6 ^{bc}	70.9±3.2 ^c	59.6±5.8 ^a
Internal color <i>L</i>	81.1±0.8	81.4±0.6	80.9±0.5	81.2±1.6
<i>a</i>	2.8±0.2 ^d	2.3±0.3 ^c	2.0±0.3 ^a	2.2±0.3 ^b
<i>b</i>	11.8±0.6	12.0±0.4	12.0±0.8	12.0±0.5
Color difference		0.8±0.1	1.0±0.2	1.0±0.1

*¹ This sample was not stored or reheated. Details are shown in Fig. 1. *² Stored at 0°C for 1 day and reheated in the 85°C water bath. Details are shown in Fig. 1. *³ Stored at 0°C for 5 days and reheated in the 85°C water bath. Details are shown in Fig. 1. *⁴ Stored at 0°C for 11 days and reheated in the 85°C water bath. Details are shown in Fig. 1. *⁵ Time for final internal temperature of a sample to reach 75°C with holding time 1 min. *⁶ (Size after heating—size before heating)/size before heating×100. ^{a, b, c, d} Different letters in the same row indicate significant difference ($p < 0.01$).

(2) 真空調理における保存期間と再加熱が物性、食味に及ぼす影響

1) 保存期間による調理性と物性

保存したものは原則として再加熱して供するので、保存後、再加熱(湯煎温度:85°C, 中心温度:75°C, 加熱保持時間:1分)した試料の調理性、物性を Table 4 に示した。歩留り、面積保持率とも6日までは保存期間の延長に伴い有意に減少したが、6日と12日の間に有意な差は認められなかった。水分、多汁性とも保存期間の延長に伴い有意に減少した。これは、加熱に伴い保水性が低下し、その状態で保存したことにより保存中にドリップとして流出したため歩留りが低くなり、それに伴い水分、多汁性が減少したのではないかと考えられた。

剪断値は6日まで高くなる傾向がみられたが、12日では低下していた。12日保存による剪断値の低下は、異臭や肉表面の状態に変化がみられないので、微生物学的変化ではなく、ドリップ量の増加及び水分、多汁性の低下により組織が硬く、もろくなることによると思われる。事実、剪断値測定用サンプルの切り出

しやクリープメーターにセットする際にもろく、ぼそぼそしている状態が観察でき、測定の際、抵抗なくほぐれ、押しつぶされたようであった。また、失活していない酵素による低分子化による影響も考えられる。後に示す官能評価では12日が有意に硬いと評価されていた。この矛盾は水分、多汁性の低下により口あたりが硬く感じることによる差異と思われた。

2) 組織観察

図示は省略するが、保存期間の延長に伴い、やや間隙が少なくなり、筋細胞の密度も高くなっているように見え、間隙内のたんぱく顆粒が減少し、筋周膜の方に流出しているのがみられ、水分が減少し、硬くなっているように観察された。しかし、他の測定項目と同様に6日と12日の間の差は少ない傾向にあるようにみえる。

3) うま味成分

保存期間による核酸関連物質の含量を比較するとIMPは、0日と2日及び6日の間には有意差はみられなかったが、保存後、再加熱した2, 6, 12日の3者間では有意差がなかった (Fig. 5)。遊離アミノ酸は6日が

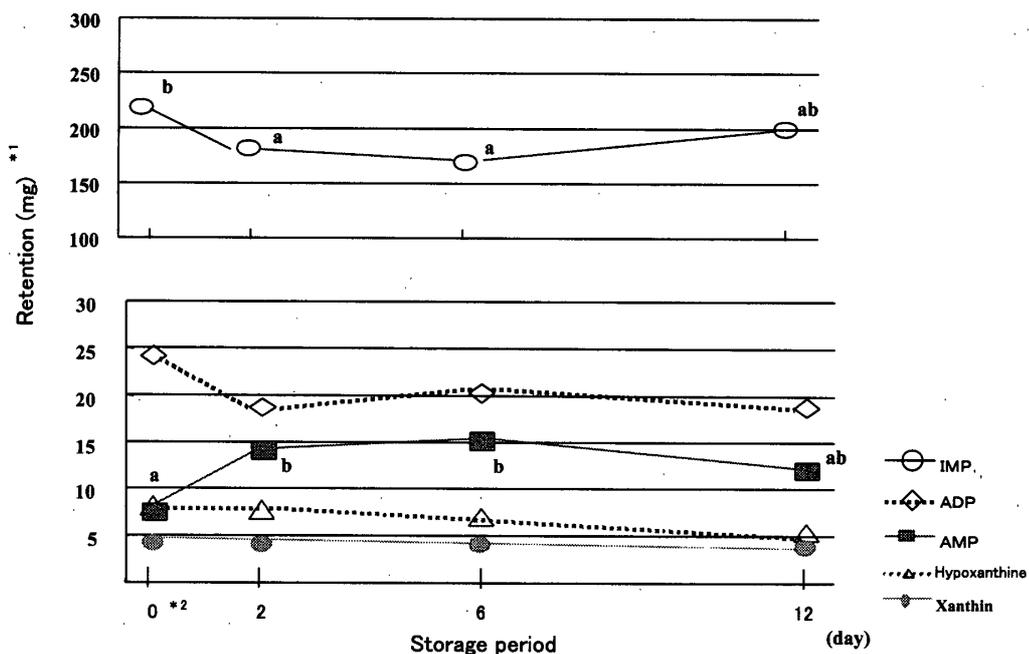


Fig. 5. Effect of storage period on the ATP-related compounds of vacuum-cooked chicken breast meat

*¹ Content in cooked meat corresponding to 100 g of raw meat. *² The 0-day sample was not stored or reheated. Details are shown in Fig. 1. ^{a, b} Significant difference ($p < 0.01$).

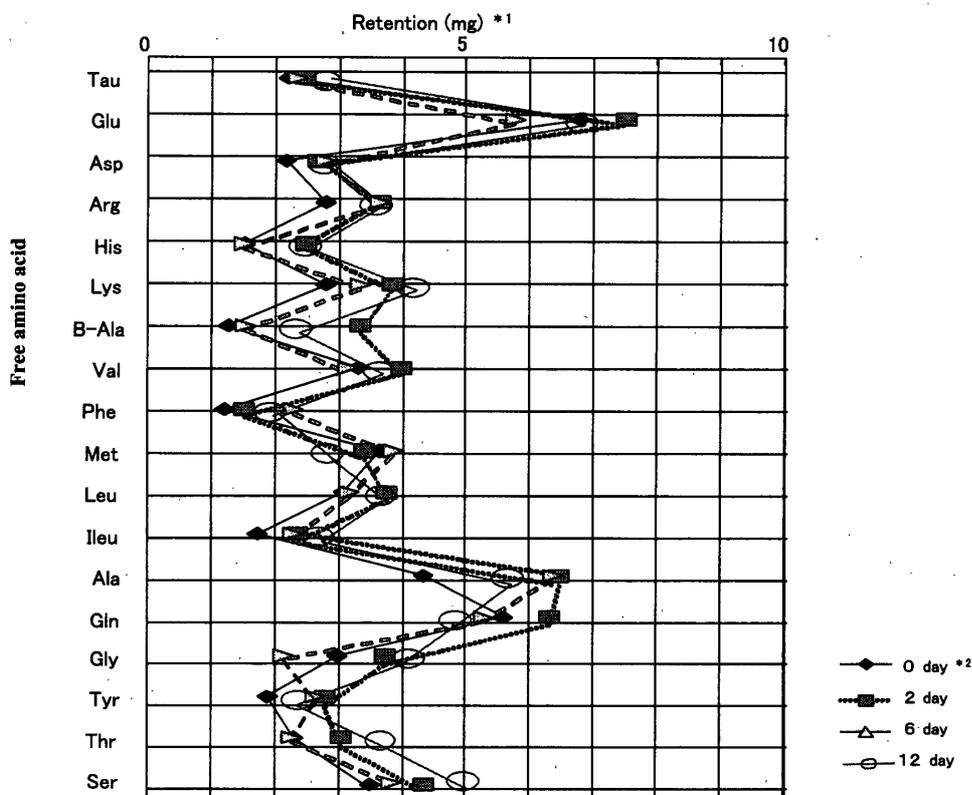


Fig. 6. Effect of storage period on the free amino acids of vacuum-cooked chicken breast meat

*¹ Content in cooked meat corresponding to 100 g of raw meat. *² The 0-day sample was not stored and reheated. Details are shown in Fig. 1.

鶏肉の真空調理に関する研究 (第2報)

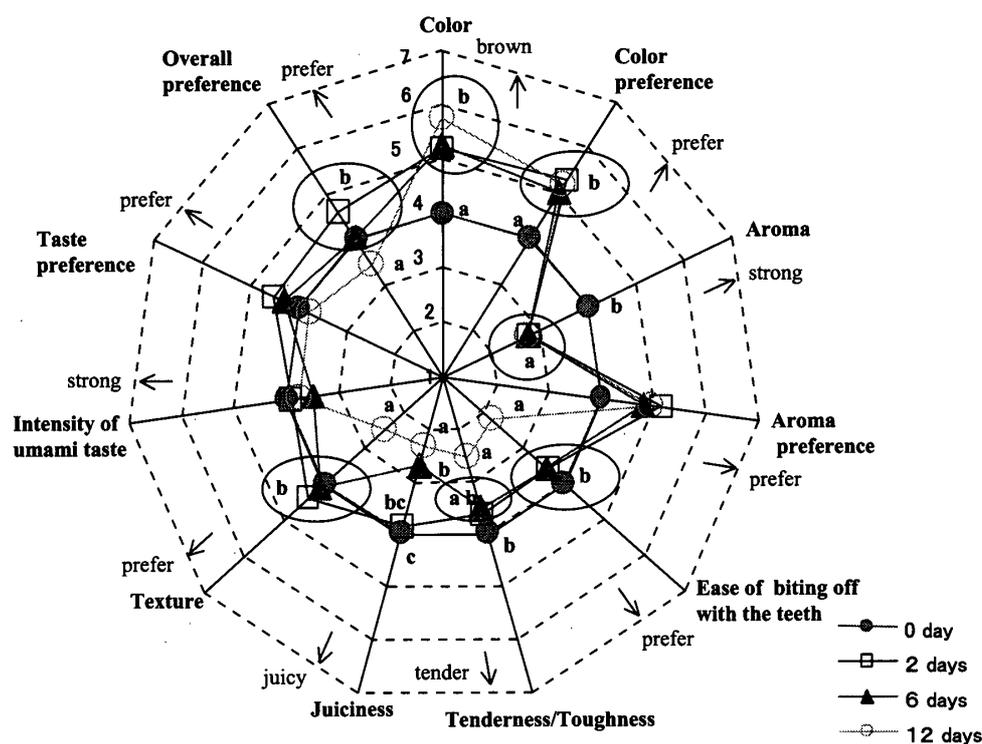


Fig. 7. Effect of storage period on the the sensory properties of vacuum-cooked chicken breast meat

Fifteen panelists evaluated the 2-day^{*1}, 6-day^{*2} and 12-day^{*3}-stored samples, using the 0-day (not stored or reheated)^{*4} sample as the standard. Scales used in the sensory evaluation: 1=red, 7=brown in color; 1=weak, 7=strong in aroma and intensity of umami taste; 1=not preferred, 7=preferred in color preference, aroma preference, ease of biting off with the teeth, texture, taste preference and overall preference; 1=tough, 7=tender in tenderness/toughness; 1=dry, 7=juicy in juiciness. Encircled letters means no significant difference. ^{a, b, c} Significant difference ($p < 0.01$). ^{*1, *2, *3, *4} Details are shown in Fig. 1.

うま味を呈する Glu, 甘味を呈する Gly で低い傾向にあった (Fig. 6). 官能検査ではうまみの強さ, 味の好みについて3者に有意差はみられず, これらの客観的評価での差は認識できるほどのものではなかったと考えられた.

また, うま味成分についても他の測定項目と同様に保存期間の延長に伴う経時的変化は少ないように考えた.

4) 官能検査

Fig. 7に結果を示した. 再加熱を行っていないものを基準に再加熱した2, 6, 12日を評価した. 2, 6, 12日の3者とも当日より1噛みめの歯ごたえ, 硬さ, 多汁性で低く評価され, これらの項目は保存期間の延長に伴い低くなる傾向がみられ, 特に12日は低い評価であった. また, 総合評価においても12日のみ好ましくないと評価された. 官能検査と測定値の項目で

相関を検討したところ硬さは剪断値との間の相関は2日で $r=0.874$ ($p < 0.05$), 6日で $r=0.936$ ($p < 0.05$), 12日で $r=0.887$ ($p < 0.05$)の高い正の相関がみられ, 官能検査の多汁性と遠心分離法による多汁性については2日で $r=0.866$ ($p < 0.05$), 6日で $r=0.811$ ($p < 0.05$)と正の高い相関がみられた.

以上のことから, 保存期間の延長に伴い水分, 多汁性の減少によりパサつくことが推察された. しかし, うま味成分については保存期間による変化は少なかった. また, 保存期間による影響は官能評価及び客観的評価で12日が低く評価される傾向であった. これらによりレストラン等で真空調理した場合に用いられている「保存期間6日」は食味や物性の面からは妥当であると示唆された. しかし, 6日以降の食味や物性の変化については, さらに, 衛生的な面からの検討も含めて保存期間の妥当性を探る必要があると考える.

4. 要 約

真空調理には、保存が可能という利点がある。しかし、真空調理した食品の保存に伴う食味及び物性の変化についての検討が少ない。そこで、本研究では保存期間が物性、食味に及ぼす影響を検討した。さらに、真空調理は保存後、提供に際し、原則として再加熱を行うため、再加熱の物性や食味への影響を明らかにするのと同時に湯煎温度を検討した。

(1) 再加熱湯煎温度を沸騰にすることは調理性や物性への影響が大きいことが確認され、湯煎温度 75℃と 85℃を比較すると 85℃が再加熱時間の短縮の上から有効と考えられた。

(2) 保存期間の延長に伴い水分、多汁性の減少によりパサつくことが推察された。また、官能評価では 12 日が低く評価される傾向にあり、物理的測定値と高い相関が認められた。これらよりレストラン等で真空調理した場合に用いられている「6 日」は食味や物性の面からは妥当な保存期間であると示唆された。しかし、6 日以降の食味や物性の変化については今後の検討が必要と考えられた。

引用文献

- 1) 西念幸江, 柴田圭子, 安原安代: 鶏肉の真空調理に関する研究 (第 1 報) 真空調理と茹で加熱した鶏肉の物性及び食味, 家政誌, **54** (7), 591-600 (2003)
- 2) 谷 孝之: なぜ真空調理なのか, 食品工業, **15** (4), 34-40 (1992)
- 3) 脇 雅世: 真空調理法, 日調科誌, **22** (3), 190-195 (1989)
- 4) 久保 修: 外食産業の新しい調理システム, 日調科誌, **30** (3), 285-289 (1997)
- 5) Schafheitle, J. M., and Light, N. D.: Sous-Vide Preparation and Chilled Storage of Chicken Ballotine, *Int. J. Foodscience and Technology*, **24**, 199-205 (1989)
- 6) 日経レストラン (編): 『日経レストラン外食産業辞典』, 日経 BP 社, 東京, 191 (1995)
- 7) 厚生省生活衛生局: 日衛食第 85 号大量調理施設衛生管理マニュアル (1997)
- 8) 高橋節子, 内藤文子, 佐藤之紀, 内藤 博, 田中直義, 野口 駿: 真空調理が鶏ささみ肉の物性および食味特性に及ぼす影響, 家政誌, **45** (2), 123-130 (1994)
- 9) 日本食品工業学会新・食品分析法編集委員会 (編): 『新・食品分析法』, 光琳, 東京, 10 (1996)
- 10) 森田重廣: 『蓄肉とその加工』, 建帛社, 東京, 122 (1986)
- 11) Bouton, P. E., Harris, P. V., and Shorthose, W. R.: The Effects of Ultimate pH on Ovine Muscle: Water-Holding Capacity, *J. Food Sci.*, **37**, 351-355 (1972)
- 12) 尾関教生, 吉田行夫, 下等貞臣, 河村孝彦, 坪内涼子, 柴田幸雄, 伊藤秀夫, 申 七郎: 名古屋コーチン (名古屋種) 鶏肉の食品組織学的特性 (第 2 報), 日調科誌, **27** (3), 183-190 (1994)
- 13) 日本調理科学会 (編): 『総合調理科学事典』, 光生館, 東京, 436 (1997)
- 14) 日本病理学会 (編): 『病理組織標本作成技術 (下)』, 医歯薬出版, 東京, 151 (1982)
- 15) 星野忠彦, 松本エミ子, 高野敬子: 『食品組織学』, 光生館, 東京, 37 (1998)
- 16) 星野忠彦, 新妻澤夫, 玉手英夫: 牛筋組織の構成単位としての筋束の構築, 日蓄会, **58** (10), 817-826 (1987)
- 17) Terasaki, M., Kajikawa, M., Fujitae, E., and Ishii, K.: Studies on the Flavor of Meats Part I Formation and Degradation of Inosinic Acids in Meats, *Agric. Biol. Chem.*, **29**, 208-215 (1965)
- 18) 中島宣朗, 市川恒平, 鎌田政喜, 藤田栄一郎: 5'-ヌクレオチドの食品化学的研究 (第 1 報), 農化, **35** (9), 797-803 (1961)
- 19) Shibata, K., and Yasuhara, Y.: Effect of Aging Time after Thawing on the Palatability of Frozen Beef, *J. Home Econ. Jpn.*, **47** (3), 213-220 (1996)
- 20) 日本分析化学会関東支部 (編): 『高速液体クロマトグラフィーハンドブック』, 丸善, 東京, 651 (1985)
- 21) 日科技連官能検査委員会 (編): 『工業における官能検査ハンドブック』, 日科技連出版, 東京, 183 (1970)
- 22) Sims, T. J., and Bailey, A. J.: Structural Aspects of Cooked Meat, *Spec. Publ. R. Soc. Chem.*, 106-127 (1992)
- 23) 安井 勉, 石下真人, 鮫島邦彦: 食肉加工特性の決定因子, 化学と生物, **19** (5), 337-344 (1981)
- 24) 戸田 準, 中谷弘美, 石井清文, 藤田栄一郎: 食品中フォスファターゼに関する研究 (第 1 報), 栄養食糧学会誌, **18** (1), 60-62 (1965)