

電子レンジ加熱による スポンジケーキ調製法に関する研究

Study of Sponge Cake Heated by Microwave Oven

近藤 みゆき, 後藤 由貴
Miyuki KONDO, Yuki GOTO

電子レンジは、近年もっとも一般的な家電のひとつとなっている。少量の温めをはじめとする加熱に適するため、一人暮らしの若者や高齢者には欠かせない調理機器である。著者らは、本学平成23年度課外ゼミナールの課題として学生とともに「電子レンジ調理」に取り組んだ。「電子レンジ調理」に関する書籍を参考にし、様々な食材での調理法を試みた。この中で「スポンジケーキ」について詳しく調べた。この結果、電子レンジ加熱ではオーブン加熱に比べ加熱後の褐変がほとんどなかった。また加熱直後より冷凍保存後の方がしっとり感が増した。

The Microwave oven is one of the most popular home electric appliances. It is suitable for heating a small quantity of food. So it is necessary for the young and the advanced people.

We grappled “Microwave oven cooking” with the students of extracurricular seminar as the 2011’s seminar theme. We checked many books on “Microwave oven cooking” and tried to cook many kind of ingredients. We decided to research on “Sponge cake”. As this result, using a Microwave oven does not make it browner than using an Oven. Sponge cake kept in the freezing room is wetter than immediately after heating

キーワード：電子レンジ, スポンジケーキ, 砂糖, 冷凍
microwave oven, sponge cake, sugar, freezing

1. はじめに

2010年7月に総務省統計局が発表した全国消費実態調査¹⁾によると、電子レンジの普及率は2009年において97.5%で冷蔵庫と並び保有率が高く、ほとんどすべての世帯が保有していることがわかる。

電子レンジの歴史²⁾は1945年にアメリカ合衆国のレイセオン社がマイクロ波による調理について特許を取り、1947年に最初の製品を発売した。日本では1962年に早川電機工業（現シャープ）が国内初の量産電子

レンジを製造、家庭向けに販売が始まったのは1965年ごろといわれている。現在では従来の温めのための単機能電子レンジは少なく、オーブン（グリル）機能付きが主流を占めている。近年、電子レンジやオーブンの食品水分の減少という欠点を補う水蒸気注入型でオーブン機能付きも登場している。

電子レンジは³⁾⁴⁾熱を出さないマイクロ波という波長の短い電波を使って食品を温める機器で、マイクロ波は空気やガラス、紙などは通り抜け、金属には反射

され水に吸収されるという性質がある。レンジのなかにある「マグネトロン」という真空管がマイクロ波を発生させ食品に吸収される。水は極性分子なのでプラス・マイナスの極を持っていて、電波によって分子が振動し摩擦熱を発生し食品を内部から発熱する。

近年、様々なタイプの電子レンジが普及しておりインターネットや書籍で電子レンジを使った種々の料理が紹介されている。しかし、一般的にはまだ単なる温めの道具としての機能のみで使われている場合が多い。

2. 本研究の目的

スポンジケーキは、学生が1年次後期に調理学実習で実習する菓子であり、主材料は卵、砂糖、小麦粉と家庭でも作りやすい。材料配合後、通常オーブンで30分程度の加熱が必要とされる。これが電子レンジだと5分程度の加熱でできあがる。

電子レンジで作る場合のスポンジケーキの配合割合、添加材料、焼き型、オーブンとの比較、保存方法等を検討した。

3. 方法

(1) 試料

- 薄力粉：日清製粉（株）フラワー
- 鶏卵：市販の新鮮卵
- 砂糖：台糖（株）上白糖 スプーン印
- 無塩バター：雪印バター
- 牛乳：明治 おいしい牛乳 乳脂肪3.5%
- 蜂蜜：中国産 Yamanaka 特選生活 純粋レンゲの蜂蜜

(2) 生地調製方法

表1に示す基本材料配合をもとに配合や糖類の種類を変えて調製した。

表1 基本の配合

	分量
卵 (Mサイズ)	2個
薄力粉	60g
上白糖	60g
無塩バター	20g
牛乳	15g
電子レンジ600wで4分20秒	

まず、ステンレス製ボールに全卵と砂糖を入れ攪拌し湯煎で卵液温度が30℃になるように調製した。攪拌にはテスコム THM26型を使い攪拌時間5分、白くもったりと立てた泡で描く筋が、消えずに残る状態とした。

次にふるいを通した小麦粉を加え、ゴムべらで50回混ぜ粉が残らぬようにした。

最後に湯煎で溶かしたバターと牛乳の混合物（液温30℃）を加え10回混ぜ型に流し、オープンレンジ（パナソニック NE-DB701）の電子レンジ機能（600W）で4分30秒加熱を行った。

(3) ケーキ型について

従来、学校や家庭で広く用いられている金属製の型⁵⁾は電子レンジには適さないとされている。そこで耐熱ガラス製または紙製の型の使用を検討した。同じ試料を異なる材質や形の型で電子レンジにかけたところ、次のような加熱むらができた。円形の耐熱性ガラス容器は中心部が固くなった。四角い牛乳パックでは加熱むらがなかった。渋川⁶⁾によると、「角ばった容器や出っ張りのある型は角の部分が加熱されやすく、小さな球形の型は中心部分が加熱されやすい」とあることと相違があった。市販の紙製の型は高価であり今回は安価な牛乳パックを使用した。

市川ら⁷⁾は「電子レンジ加熱に対して火花が散るようなスパーク現象の生じる金属型の使用は好ましくないが、そうした現象が認められなければ用いても差しつかえない」との電子レンジメーカーの示唆により金属型使用によるオープン機能との併用実験も行っている。

(4) 加熱条件

村上ら⁸⁾による、電子レンジによるスポンジケーキの作り方に示された時間を参考に、予備実験でできあがり状態を確かめながら加熱時間を割り出した。表1に示した基本配合の場合600Wで4分20秒とした。

また、オープン（前述オープンレンジのオープン機能）で焼いたケーキとの比較では、170℃で予熱したオープンで25分加熱した。

(5) 実験内容

次に示す7つの項目について比較検討を行った。

① オープン加熱と電子レンジ加熱の比較

表1のように配合し上記（4）の加熱条件で2種類

のケーキを調製し比較した。

② 薄力粉の量の異なるケーキの性状

表2に示すように薄力粉の量を基本配合の50%増しにしたものと、50%減にした2種類のケーキを調製し比較した。

③ 砂糖の量の異なるケーキの性状

表3に示すように砂糖の量の異なる3種類のケーキを調製し比較した。

④ 糖類の種類異なるケーキの性状

表4に示すように糖類の種類異なる4種類のケーキを調製し比較した。

⑤ 副材料(バター、牛乳)がケーキの性状に及ぼす影響

表5に示すように基本配合、バターのみ、牛乳のみ、どちらもなしの4種類のケーキを調製し比較した。

⑥ 生地厚さの異なるケーキの性状

表1の基本配合の生地を作る。牛乳パックのケーキ型を2つ用意し、一方には生地3分の1量を入れ、もう一方には生地3分の2量を入れる。2つの型を一度に600Wで4分20秒加熱した。

⑦ 保存によるケーキの性状の変化

表1の基本配合で生地を作り600Wで4分20秒加熱する。自然冷却後ビニル袋に入れて冷凍保存する。7日後同様のケーキを調製し冷却後、先の冷凍保存のものを自然解凍したものと比較した。

①～⑦については、著者およびゼミ学生による官能評価をおこなった。

また、上記の③および⑦の項目について本学食物栄養学科の学生および教職員、計25名により順位法にて官能検査を行い、フリードマンの順位検定により評価した。官能検査用紙を表6、表7に示す。

4. 結果および考察

① オープン加熱と電子レンジ加熱の比較

オープン加熱と電子レンジ加熱を比較したところ、図1に示したように、電子レンジでは表面が焦げることなく白く仕上がった。これは食品の表面の温度が上がりにくい⁶⁾である。電子レンジ加熱は生地の中と外が同時に加熱され、外側の温度は放射で低くなる。そのため、今回のケーキでは表面がべたついているのに中心部は固くなったと考えられる。

オープンで焼いたケーキは、電子レンジ加熱よりしっとりしていて香ばしく甘みを強く感じばさばさ感もあった。

表2 薄力粉の含量

	A	B
卵	2個	
薄力粉	80g	40g
上白糖	60g	
無塩バター	20g	
牛乳	15g	
電子レンジ600wで4分20秒		

表3 砂糖の含量

	C	D	E
卵	2個		
薄力粉	60g		
上白糖	20g	40g	80g
無塩バター	20g		
牛乳	15g		
電子レンジ600wで4分20秒			

表4 砂糖の種類

F	G	H	I	
卵				1個
薄力粉				30g
上白糖	三温糖	きび砂糖	蜂蜜	各30g
無塩バター				10g
牛乳				7.5g
電子レンジ600wで2分10秒				

表5 添加物の影響

	J	K	L	M
卵	2個			
薄力粉	60g			
上白糖	60g			
無塩バター	20g	20g		
牛乳	15g		15g	
電子レンジ600wで4分20秒				

② 薄力粉の量の異なるケーキの性状

表2の小麦粉の多い生地Aの方が泡立てた卵に小麦粉を混ぜやすかった。

図2に示すように小麦粉の少ないB(図2の左)は、小麦粉の多いAほどよく膨らまず詰まった感じになり、型の底に接している部分は固く紙をはがすとつりとした面になった。

Aは小麦粉が多いにもかかわらず食感はあまりパサつかなかった。Bの小麦粉の少ないケーキは黄色みが強く卵の味が強く感じられた。

小麦粉のグルテンはケーキの骨格を作るため、小麦粉量が少なすぎると膨らんだ後でしばみやすくなるといわれる生地になった。

③ 砂糖の量の異なるケーキの性状

基本配合の砂糖量は表3のD、Eの間である。図3に示すように、Cの砂糖の少ないケーキは副材料(バター、牛乳)を加えた時に泡がつぶれ、焼きあがりは一番薄く固いケーキとなった。Dの砂糖40gのスポンジケーキはCよりは膨らんだが、中央が大きくくぼ

表6 嗜好調査アンケート用紙1

スポンジケーキの嗜好調査 1			
			H23.3.9
性別(男・女)年齢(才代)			
順序 → → の順にお食べ下さい。			
好ましい順位をつけて下さい。			
	A	B	C
外観(見た目)			
香り(におい)			
食感			
味			
総合			
コメント(ご意見を何でもどうぞ)			

表7 嗜好調査アンケート用紙2

スポンジケーキの嗜好調査 2		
		H23.3.9
性別(男・女)年齢(才代)		
順序 → → の順にお食べ下さい。		
好ましい順位をつけて下さい。		
	D	E
外観(見た目)		
香り(におい)		
食感		
味		
総合		
コメント(ご意見を何でもどうぞ)		



図1 電子レンジ加熱(左)とオーブン加熱(右)

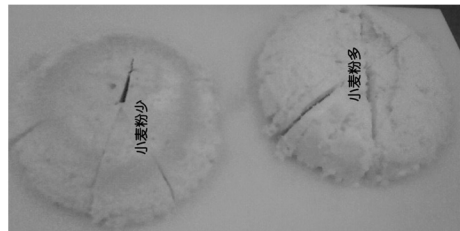


図2 小麦粉含量によるスポンジケーキの性状



図3 砂糖含量の異なるスポンジケーキ
(左から 砂糖80g 40g 20g)

んでいた。味や食感は砂糖60gのケーキと差がなかった。Eの砂糖80gのケーキはDよりも大きく、くぼむことなく形が保たれた。

ケーキの膨化には、砂糖の量が大きく関与しており砂糖の量が多いほどよく膨らみケーキの中央がくぼむことが少なかった。川染ら⁹⁾は、この原因を生地中の砂糖量が増大するとグルテンを弱めてでんぷんを糊化し、でんぷんゲルが軟らかさを増しこれがケーキの軟らかさと容積を増すためと報告している。

④ 糖類の種類異なるケーキの性状

各々の砂糖および甘味料によるケーキを図4に示す。表4でFの砂糖が一番パサついた食感であったが膨らみが一番良かった。Gの三温糖は砂糖に比べると甘さは控えめで、黒っぽくしっとりしていた。Hのきび砂糖は、生地を作る際に卵が泡立ちにくく一番甘みの少なく黒みがかかった色のケーキであった。Iの蜂蜜が一番ふくらみが悪く蜂蜜のにおいが強かった。

⑤ 副材料(バター、牛乳)がケーキの性状に及ぼす影響

表5のJは基本配合(バター、牛乳入り)で一番しっとりしていて黄色みがかっていた。Kのバター入りはMの副材料なしより黄色くパサパサしていた。Lの牛乳入りはMよりややしっとりしていた。

バターを添加すること¹⁰⁾で小麦粉製品を電子レンジで加熱するとき生じる硬化減少は抑制されバターは湿潤的役割を持つという。本実験ではバター添加のケーキは、添加していないケーキよりもパサついていた。肥後³⁾によれば、油脂と水分の添加や卵の割合を増やすこともしっとり感を出すコツという。本実験でもバターと牛乳の添加と小麦粉を減らすことで卵の割合が増えたケーキではしっとり感が出た。

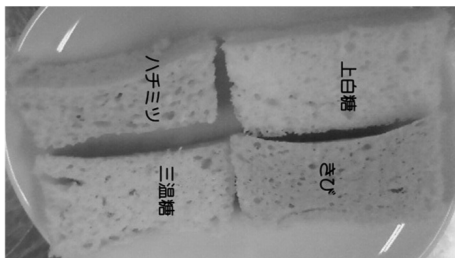


図4 砂糖の種類によるスポンジケーキの性状

⑥ 生地の厚さ異なるケーキの性状

生地が薄いほうは焼きむらができ表面がややべたべたしていた。生地が厚いほうは表面もしっかり焼けていて、中心部より周囲の方がふんわりしていた。

⑦ 保存によるケーキの性状の変化

冷凍保存後、常温で自然解凍したものは焼きたてを自然に冷却したものとほぼ同様にしっとりとしていた。ケーキの冷凍については一般的にもよく行われていることであるが、官能検査により両者の比較を行った。

5. 官能検査

上記の実験で、①砂糖の量によるケーキの性状 および⑦保存によるケーキの性状の変化については官能検査により更に詳しく調べた。

① 砂糖の量の多少によるケーキの性状について

上記の実験で砂糖20gは明らかに望ましくない配合であることがわかったので、砂糖の量を40g, 60g(基本配合)、80gとした3種類で比較した。官能検査の結果を表8に示した。香り以外のすべての項目で砂糖80gのCが砂糖40gのAに比べて1%危険率で有意に好まれていた。味についてはCが砂糖60gのBに比べても5%危険率で有意に好まれ、総合ではBがAに比べて好まれていた(有意水準5%)。また香りについてはB,Cは近差ではあるがBがAに比べ好まれていた(有意水準5%)。

⑦ 保存によるケーキの性状の変化

官能検査の結果を表9に示した。冷凍保存のDと焼きたてのEですべての項目で冷凍保存のDが好まれた。しかし有意差はみられなかった。

本研究では1週間冷凍保存したケーキは焼きたてを冷却したケーキより評価が高い傾向にあった。保存期間が長くなると品質の低下も考えられるが1週間程度では、焼きたてに劣らぬ状態であった。大手製菓、製パンメーカーがクリスマス前に事前に製造しておいたケーキを冷凍保存して大量出荷に備えていることも納得できる。

6. まとめ

電子レンジ加熱によりスポンジケーキを調製した。
・焼き型は牛乳パックを利用することにより、よい状

表8 砂糖の含量による嗜好調査の結果

	A(上白糖40g)	B(上白糖60g)	C(上白糖80g)	
外観(見た目)	64	47.5	38.5	※※
		※※		
香り(におい)	54	47.5	48.5	n.s
	※			
食感	60.5	48.5	41	※
		※※	※	
味	61	51.5	37.5	※※
	※	※※		
総合	62.5	46	41.5	※※
		※※		

(※※: 1% ※: 5%)

表9 保存による変化

	D(冷凍)	E(焼き立て)	
外観(見た目)	34.5	40.5	n.s
香り(におい)	34	41	n.s
食感	33.5	41.5	n.s
味	35	40	n.s
総合	33.5	41.5	n.s

(※※: 1% ※: 5%)

態に調製することができた。

- ・オープン加熱では、しっとりとして香ばしく甘みを強く感じた。これと比較すると電子レンジ加熱は、ずっしりと重い表面は乾燥してパサついた感があった。
- ・砂糖の添加量が卵の60~80%で生地が安定し加熱後のケーキも良好な状態であった。
- ・小麦粉の量は卵の60~80%がよく40%と少なくする(卵の割合が多い)としぼみやすくケーキはかたくなる。
- ・バターと牛乳を添加することによりしっとり感を出すことができた。
- ・1週間の冷凍保存後自然解凍のケーキは良好な状態であり、加熱調製直後のものより好まれる傾向にあった。

7. 謝辞

本研究は、課外ゼミナールのテーマとして食物栄養学科栄養士専攻の三ツ矢洋子さん、三輪歩美さん、加藤綾香さんが熱心に実験に取り組みました。また嗜好調査にご協力して下さった本学学生並びに教職員の皆さんに深く感謝いたします。

8. 引用文献

- 1) 電子レンジの普及率は97.5%…主要家電製品の世帯普及率をグラフ化してみる
<http://www.garbagenews.net/archives/1480076.html>
- 2) 電子レンジの歴史
http://www.kadenhjoho.com/002_10.html
- 3) 肥後温子, 新版電子レンジ「こつ」の科学, 柴田書店, (2005).
- 4) 電子レンジの科学
<http://www.t-scitech.net/kitchen/mono/renji.html>

- 5) 電子レンジを安全に使うために－使い方による危険性を探る－（発信情報）国民生活センター
http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20030905_1.html
- 6) 渋川祥子, 加熱上手はお料理上手, 建帛社, 46, 48, 78, 79, (2009).
- 7) 市川朝子, 伊東達子, 荒木千佳子, 中里トシ子, ケーキの加熱方法およびケーキ型の相違がスポンジケーキの性状におよぼす影響, 日本家政学会誌, 42(1), 37-43 (1991).
- 8) 村上祥子監修・執筆, さすが電子レンジ! 料理大全集, 講談社, 378 (2003).
- 9) 川染節江, 山野善正, バタースポンジケーキのテクスチャーに及ぼす砂糖含量の影響, 日本家政学会誌, 42(1), 53-60 (1991).
- 10) 市川朝子, 小麦粉製品の物性に関する調理科学的研究, 日本調理科学会誌, 41(2), 71-78 (2008).

