

# 電子レンジによるじゃがいもの調理性と食味について

長 沢 嘉 子・小松原紀子・後 藤 純 子

(調理学第1, 第2研究室)

## Properties and Taste of the Potato Cooked by Electronic Range

Yoshiko NAGASAWA・Noriko KOMATSUBARA・Junko GOTO

### 緒 言

マイクロ波誘電加熱(電子レンジ加熱)は2,450MCの波長の短波を食品に照射することにより,食品自体が発熱しそれにより加熱されるもので,従来の加熱法のすべてが外部からの熱伝導であったのと異なり,種々な特殊性がみられる。加熱時間が早く,形くずれしない等の利点から急速に普及し,調理した食品の再加熱や冷凍食品の解凍などに利用されている。

本研究では「ゆでる」操作,つまり水煮加熱をとりあげ,じゃがいもの水煮について従来の加熱法と電子レンジによる加熱法の比較検討を試みた。「ゆでる」操作は一連の調理過程の中で前処理的に用いられることも多く,特にジャガイモの調理では,その調理性を利用して水煮したジャガイモからマッシュポテト,粉ふきいもなどが作られている。電子レンジによる加熱がこの二次的に行われる操作の難易やできあがりの外観,食味にどのような影響を与えるか実験したのでその結果を報告する。

### 試料および実験方法

#### 1) 試 料

市販のじゃがいも(昭和53年 北海道産 男爵)のうち大粒のものを選び,剥皮し100g単位(約50×45×40mm)のブロックに整形して試料とした。マッシュ操作,粉ふき操作の場合はそれをさらに8等分の角切りとして供試した。

#### 2) 加熱方法

試料をアルマイト鍋に入れ300ccの水と共に加熱したものを従来法(A)とした。熱源には電気コンロ(600W)を使用した。電子レンジによる加熱については条件の異なる二法を試みた。試料をふたつき耐熱容器に入れ300

ccの水と共に加熱したものを(B)法,試料を塩化ビニリデンフィルムで被覆して加熱したものを(C)法とした。いずれも可食状態をもって加熱終了と判定した。ただし(C)法についてはやや過剰加熱のものを(C')として扱い比較した。電子レンジはNational NE-6010型,高周波出力600Wのものを使用した。

#### 3) 粉ふき操作

試料100gを8等分に角切りしたものを(A)(B)(C)の各法で加熱し,直ちに水を切りふたつき透明容器中にて上下に振り,外観的に粉ふき状態となった時点を粉ふき完了とした。振り回数および粉ふき状態を観察し官能検査を行った。

#### 4) マッシュ操作

試料100gを8等分に角切りしたものを(A)(B)(C)の各法で加熱し,そのうち20gの試料をとり裏ごし器(馬毛張り)を用い裏ごしした。その際マッシュ操作の難易度を比較するため荷重した力(kg)と引き操作の長さ(cm)および引き回数から仕事量(W)を求めた。

#### 5) マッシュポテトの粘性

インストロン型引張試験機を利用して付着力を測定した。シャーレにマッシュポテト10gを入れ接触板(3×3×0.3cm)を水平におき50g加重して板を試料に接触させた後,接触板を一定速度(100mm/min)で引きあげ接触板が試料面より離れるまでの上昇距離線図からFmaxを求め付着力(g)としてあらわして比較した。更に粘性の一因といわれる細胞破壊の程度を知るため平野らのいうマッシュポテトの沈降体積を測定した。マッシュポテト20gを水100ccに懸濁させ1時間後の見かけの沈降体積(cc)を求めた。

#### 6) 官能検査

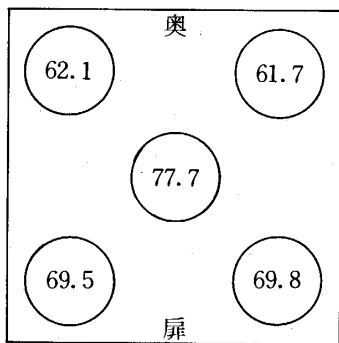
パネル員10名で当り、(A)(B)(C)法別に総合評価し更に色、水っぽさ、口触り、硬さ、粉ふき状態等の項目についても評価しいずれも5段階評点法を用いた。かなり良い2点、良い1点、普通0点、不良-1点、かなり不良-2点の基準で評点し分散分析法で解析し更に試料間の有意性を求めた。

7) 電子レンジ機種を選定および照射位置

本実験に先立ち電子レンジの機種や電子レンジの内部位置の相違による昇温むらの有無について調べた。耐熱ガラス容器に水を入れたものを照射し発振をとめた直後に温度測定を行ったものである。その結果は第1表のごとく4機種間には1分の照射での昇温の差はみられたものの、2分の照射となるとその差は縮まっている。また電子レンジの内部位置による昇温の差は第1図のように中央部が最も高く次いで前面(扉部)、奥部となりその間には10℃の昇温の差がみられ、この傾向は4機種とも同じであった。これはいずれの機種とも旧式のスターラーファン方式であるためと考えられる。以上の結果から実験に使用する電子レンジ機種を選び、試料を置いて照射する位置を電子レンジの中央部に一定することとした。

表1 電子レンジ機種別昇温の差 (℃)

照射時間 (min)	N社 NE-6010型 出力 600W	S社 R-6000型 出力 600W	T社 ER-607型 出力 600W	N社 NE-5000型 出力 500W
1	75	55	77	57
2	91	84	88	88



N社 NE-6010型 加熱 5 min

図1 電子レンジ内部の温度差 (℃)

結果及び考察

実験 I 加熱条件と加熱時間および重量変化

表2のように加熱時間では従来法(A)に比べ同じ水煮形式のものでも電子レンジ加熱(B)の場合は1/3に短縮さ

表2 加熱条件と加熱時間および重量

試料; 100g

加熱法と加熱条件			加熱時間 (min)	加熱後の重量 (g)
従来法	A	電熱器(600W)を用い水300ccを入れた鍋で水煮	15	102.5
電子レンジ加熱	B	耐熱容器に水300ccと試料を入れて加熱	5	90.0
	C	試料を塩化ビニリデンフィルムで被覆して加熱	3	77.5
	C'	Cの条件でやや過剰きみに加熱	4	61.3

れた。電子レンジ加熱(B)(C)間の差異は少ない。加熱後の重量変化は、電子レンジ加熱が加熱時間が短いにもかかわらず重量の減少が著しい。電子レンジ加熱は食品のもつ水分からも発熱するため水分蒸発量が多いことによるもので、このことは二次的調理操作を行う場合の操作の難易度や、食味の水っぽさの評価等に大きな影響を与えるものと考えられる。

実験 2 加熱時の形状と加熱時間および食味

電子レンジ加熱では同時に加熱する量の多少により加熱能力に差が出ることは知られているが、同重量の食品を加熱する場合も食品の形状が加熱時間や加熱後の食味に影響をおよぼすものと考え実験を試みた。じゃがいも

表3 電子レンジ加熱時の形状と加熱時間および食味

試料	形状 (塩化ビニリデンフィルムで被覆)	加熱時間 (sec)	官能検査		試料間有意差
			M	σ	
①	丸のまま	180	0.8	1.03	①-⑤※ ①-⑦※ ②-⑤※ ※ 有意差あり P=0.05
②	2つ切り	150	0.6	0.97	
③	4つ切り	120	0.4	0.84	
④	8つ切り	90	0	0.47	
⑤	1.0cm角のさいの日切り	60	-0.4	0.52	
⑥	1.0cm厚さの輪切り	110	-0.1	0.57	
⑦	0.5cm厚さの輪切り	90	-0.2	0.42	

注) 試料は、100gずつを、塩化ビニリデンフィルムで被覆した。

を剥皮し100gの丸型に整形したものを表3のように、丸のまま～0.5cm厚さの輪切りまでの7種類の形状に切りわけ塩化ビニリデンフィルムで被覆して電子レンジ加熱した。結果は加熱時間においては1cm角のさいの目切りが最も短く、丸のまま加熱した場合の1/2で、他の形状のものもその加熱時間は大きさと比例して長くなっている。食味についての官能検査結果を見ると前述の加熱時間とは全く逆となり、形状が細分化されるにつれて食味の評価は低下している。試料間の有意差は①-⑤（丸のままと1cm角のさいの目切り）、①-⑦（丸のままと0.5cm厚さの輪切り）、②-⑤（2つ切りと1cm角のさいの目切り）に認められた。食味の点から考えると形状はできるだけ大きなままでの電子レンジ加熱が望ましいといえる。

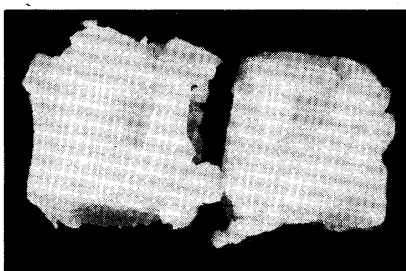
### 実験3 粉ふき状態と食味

ジャガイモの粉質性はペクチンの水溶性と関係深く、加熱によるペクチンの水溶化が大きければ細胞分離が容易となり煮くずれ、粉ふき現象が起りやすいと考えられている。またジャガイモの収穫期がおそく、熟度が充分で貯蔵期間の長いものほど粉質性が高いが、それはジャガイモの比重により簡便に判定できるとの考え方もあり、今回の実験では比重1.10程度の高いものをそろえて試料とした。結果は表4のように従来法（A）が10回の振りで粉ふきが完了したのに比べ、水煮形式の電子レンジ加熱（B）は10回の振りで粉ふき不十分で30回で（A）と同じ程度の粉ふき状態が得られた。しかしその状態は全面的に粉がふくというのではなく一部分がくずれる形となった。塩化ビニリデンフィルム被覆の電子レンジ加熱（C）

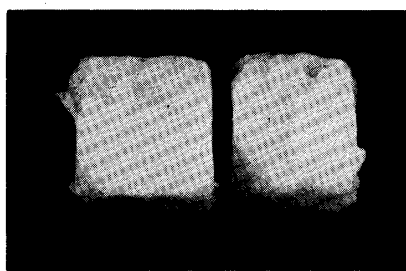
表4 粉ふき状態

粉ふき状態 加熱法	振 回 数	
	10 回	30 回
A	粉ふき完了（全面に粉ふき）	—
B	まだ粉ふき少し	粉ふき完了（外側に大きくくずれた部分あり）
C	全く粉ふかず	形がいびつになり角の部分がかくずれる 粉ふき少し
C''	—	全く粉ふかず

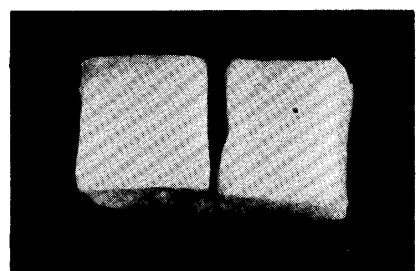
は30回振った時点でも粉ふき完了とはいえそれ以上振っても十分な粉ふき状態は得られず割れる形となった。過剰加熱（C''）では全く粉ふき状態は得られなかった。電子レンジ加熱の特徴でもある水分蒸発現象によりジャガイモの表面が硬化し、またペクチンの水溶化も少ないことなどが粉ふき状態を悪くしているものと考えられる。官能検査結果は表5のように総合評価でA-C、B-C間に有意差を認め、A-B間には差はみられなかった。個々の項目においてもA-C間に有意差があった。以上の結果から電子レンジ加熱の場合、水煮形式の（B）法であれば振り回数は多いものの従来法（A）とあまりかわらない粉ふき状態のものが得られることがわかった。また塩化ビニリデンフィルム被覆の電子レンジ加熱（C）は粉ふきいもの前処理加熱としては不向きであるといえる。



A10

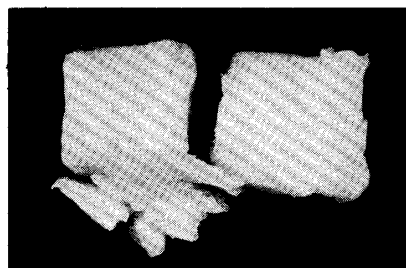


B10

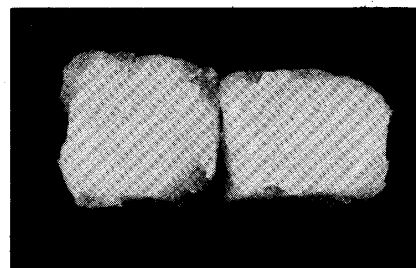


C10

A, B, C……加熱法  
10, 30 ……振り回数



B30



C30

図2 粉ふき状態

表5 官能検査結果 —粉ふきいも—

1) 総合評価

※有意差あり P=0.05

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差	
A	0.5	0.71	変動要因	平方和	自由度	分散	F	A-C※
B	0.2	0.63	試料間	4.2	2	2.10	4.67※	
C	-0.4	0.70	誤差	12.1	27	0.45		

2) 色

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差	
A	0.1	0.57	変動要因	平方和	自由度	分散	F	A-C※
B	0.2	0.63	試料間	4.8	2	2.44	5.30※	
C	1	0.82	誤差	12.5	27	0.46		

3) 水っぽさ

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差	
A	-0.6	0.70	変動要因	平方和	自由度	分散	F	A-B※ A-C※
B	0.5	0.53	試料間	8.9	2	4.44	10.57※	
C	0.6	0.70	誤差	11.3	27	0.42		

4) 硬さ

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差	
A	0.5	1.08	変動要因	平方和	自由度	分散	F	A-C※
B	0	0.67	試料間	11.7	2	5.84	8.46※	
C	-1	0.67	誤差	18.5	27	0.69		

5) 粉ふき状態

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差	
A	0.9	0.57	変動要因	平方和	自由度	分散	F	A-C※ B-C※
B	0.6	0.70	試料間	14.5	2	7.24	20.68※	
C	-0.7	0.48	誤差	9.4	27	0.35		

実験4 マッシュ操作の難易度

マッシュ操作の難易は、マッシュ時のジャガイモの温度に影響され加熱直後のものは容易に裏ごしすることができるが、温度低下にともない粘りが生じ裏ごししにくくなることは平野らの実験で認められている。今回は(A)(B)(C)の加熱法別に独自の測定法により仕事量(W)を求め難易度の比較を試みた。その結果は表6のように従来法(A)がW=165で最も容易に裏ごしでき、ついで水煮形式の電子レンジ加熱(B)の285で、最も仕事量の多いのが塩化ビニリデンフィルム被覆の電子レンジ加熱(C)の480であった。(A)に比較し(B)はその1.72倍、(C)は0.97倍を要したことになる。特に塩化ビニリデンフィルムで被覆した場合はわずかの過剰加熱(C<sup>''</sup>)でも硬化現象が進みマッシュ操作はますます困難となり、残査量も34%に達した。以上のことから従来法(A)について水煮形式の電子レンジ加熱(B)がマッシュ操作

は容易であるといえる。マッシュ時に大きな力がかかることで上りマッシュポテトの粘性が出ることも考えられるので単に仕事量の問題だけではなく食味への影響も無視できないものと思われる。

表6 マッシュ操作の難易度

加熱法	A	B	C	C <sup>''</sup>
W (kg cm)	165	285	480	—
難易度	1	1.72	2.97	—
残査量(%)	0	0	7	34

W(仕事量)=荷重量(kg)×引き長さ(cm)×引き回数

実験5 マッシュポテトの粘性と食味

マッシュポテトの調理においては粘りの少ないものが経験的においしいとされているが、平野らの顕微鏡での観察によると粘っていないマッシュポテトは細胞単位の分離がはっきりし、粘ったマッシュポテトは細胞膜が破

表7 マッシュポテトの粘性と色  
— 試料じゃがいも比重 1.10 —

測定	加熱法	A	B	C	C''
マッシュ沈降体積 ※1) (cc)		36	44	50	58
付着力 ※2) (g)		15.64	13.04	8.63	1.35
色相		P8Y (paie yellow)		Lt8Y (light yellow)	

※1) 懸濁液温度15℃

※2) 上昇温度 100mm/min

れて糊化でんぷんが流出していることがわかる。つまり細胞膜の破壊程度からマッシュポテトの粘性が判定できる。その細胞膜の破壊度はマッシュポテトの懸濁液の沈降体積により推測できるとしていることから、今回も見かけの沈降体積を測定し表7の結果を得た。従来法(A)が36と低く、電子レンジ加熱は(B)44、(C)50といずれも高い数値を示し、電子レンジ加熱は従来法にくらべ細胞の破壊の程度が進んでいることがわかる。このことは前述のマッシュ操作の仕事量(W)がA<B<Cの順になっていることとも大きく関係していると思われ、裏ごしに大きな力が加わることにより細胞破壊も一段と進みそれが粘性を高める結果となっている。インストロン型引張試験機を用いての付着力の測定を行なったが、その結果は従来法(A)が15.64、ついで(B)13.04、(C)が8.63

で(C'')では1.35と低い付着力を示した。これはシャーレにとったマッシュに接触板をおき一定速度で引きあげそのFmaxを数量化したものであるが、マッシュポテトの細胞膜が破れ細胞間の結束が大きくなることにより接触板が引きあげられる距離(付着力)が短くなったものと考えられる。また試料中の含水量にも影響されたことも推測できる。加熱法別にマッシュポテトをシャーレにとり色を比較すると表7のように(A)(B)は同じP8Y、(C)はLt8Yで(A)(B)よりやや濃い色相を呈した。通常電子レンジ加熱では酸化酵素の熱による不活性化が早いいため、従来法より美しい黄色に仕あがるといわれるが今回の実験では塩化ビニリデンフィルムで被覆した電子レンジ加熱(C)においてのみその傾向がみられ、電子レンジ加熱でも(B)は従来法(A)と同じ程度の淡色を呈した。官能検査の色の評価では(C)が最も高い評価でマッシュポテトでは色の濃いものが好まれるといえる。マッシュポテトの官能検査結果は表8のように、水っぽさにおいてはA-C、B-C間に有意差があり前述の色と同じように水煮形式の加熱法(A)(B)が水っぽいと低い評価となっている。口触りは(A)(B)(C)間に差はみられなかったが、裏ごし器を通して漉されたままの状態の試料で

表8 官能検査結果 — マッシュポテト —

1) 総合評価

※有意差あり P=0.05

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差
A	0	0.82	変動要因	平方和	自由度	分散	F
B	-0.2	0.79	試料間	5.6	2	2.8	5※
C	0.8	0.63	誤差	15.2	27	0.56	

2) 色

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差
A	-0.3	0.07	変動要因	平方和	自由度	分散	F
B	-0.3	0.07	試料間	17.1	2	8.55	18.59※
C	1.3	0.07	誤差	12.3	27	0.46	

3) 水っぽさ

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差
A	-0.7	0.67	変動要因	平方和	自由度	分散	F
B	0	0.67	試料間	14.6	2	7.3	16.2※
C	1	0.67	誤差	12.1	27	0.45	

4) 口触り

加熱法	M	$\sigma$	分散分析				試料間有意差
A	0.1	0.32	変動要因	平方和	自由度	分散	F
B	0.3	0.48	試料間	0.8	2	0.4	1.82
C	-0.1	0.57	誤差	5.9	27	0.22	

あったためその後に行われる調理操作によっては口触りは変わってくるものと考えられる。総合評価ではB-C間に有意差が認められた。以上マッシュポテトの食味は(A)(B)(C)法中塩化ビニリデンフィルムで被覆した電子レンジ加熱(C)が最もおいしいと評価され、また(A)(B)間には差はみられなかった。前述のマッシュポテトの粘性の大小が官能検査の評価にあまり影響を与えていない結果となったが、これは水っぽさ、色についての評価が総合評価の上に大きな原因となつてあらわれたことによるものと推測できる。しかしマッシュしたジャガイモは次の段階で混合攪拌の操作を行うことが多くその操作の適否で更に食味は変化することが考えられる。次の操作には混ぜる(マッシュサラダ)、練る(絞り出し)、液状にのばす(ポタージュ)等があるが、その際に加熱法別にみたマッシュポテトの調理特性を考慮し、各々の調理条件にあった前処理加熱を行うことが重要と思われる。

### 要 約

電子レンジを用いて加熱したじゃがいもの調理性や食味について調べ従来の加熱法と比較検討し、二次的調理操作とのつながりをもとに電子レンジの効果的使用法についても考察を加えた。

①じゃがいもを電子レンジで加熱する場合の形状は加熱時間および食味に関係し、丸のままの加熱が食味良く、形状が細分化されるにつれ加熱時間は短縮されるが食味の低下をまねく。

②電子レンジ加熱では水煮形式(B)において従来法(A)と同程度の粉ふき状態のものが得られた。しかし塩化ビニリデンフィルム被覆(C)は水分蒸発現象が表面を硬化させ粉ふき状態は著しく劣った。官能検査ではA-C, B-C間に有意差を認めA-B間には差は認められず、(C)は粉ふきいもの前処理としては不適であった。

③マッシュ操作の難易度をその仕事量(W)で比較すると従来法(A)1に対し、電子レンジ加熱の(B)は1.72、

(C)は2.97を要した。(C)の過剰加熱となるとマッシュ操作は更に困難となり残査量も多い。マッシュ時に大きな力が加わると細胞膜の破壊も進み粘性も増大する。

④マッシュポテトの粘性を懸濁液の沈降体積から推測するとA<B<Cの順に高く、塩化ビニリデンフィルム被覆の電子レンジ加熱が最も高い粘性を示した。

⑤マッシュポテトの官能検査では、水っぽさ、色の項目についてA-C, B-C間に有意差が認められ、いずれも水煮形式のものが低い評価となった。総合評価では塩化ビニリデンフィルムで被覆した電子レンジ加熱(C)が最も高く評価された。前記の粘性が食味の上に影響を与えていない結果となったが今回は漉されたままのマッシュポテトを試料としたためと考えられる。マッシュポテトの場合は更につぎの段階で混ぜる、練る、液状にのばす等の調理操作が加わることが多いが、加熱法別のマッシュポテトの調理性を知りこれらの調理条件にあった前処理加熱法を行うことが望まれる。

### 文 献

- 1) 堀越フサエ：調理科学 4, 3, 7~19 (1971)
- 2) 二宮恒彦：調理科学 4, 3, 42~50 (1971)
- 3) 平野雅子ほか：調理科学 5, 1, 26~31 (1972)
- 4) 曾根喜和子ほか：家政学雑誌 23, 7, 26~31 (1972)
- 5) 山内久子ほか：家政学雑誌 23, 7, 22~25 (1972)
- 6) 平山静子ほか：調理科学 6, 1, 20~25 (1973)
- 7) 渋谷歌子ほか：家政学雑誌 25, 8, 15~21 (1974)
- 8) 平山静子：家政学雑誌 26, 2, 9~14 (1975)
- 9) 山崎清子：調理のための調理実験 同文書院 (1977)
- 10) 川端晶子：最新調理学 学建書院 (1978)

(昭和55年1月21日受理)