

原著

聖徳栄養短期大学紀要No.19 (1988)

遠赤外線利用の焼きいもについての一考察

富和美智子 富吉靖子 白石徳子 福沢美喜男

The Quality of a Sweetpotato Baked with
an Extreme Infrared Radiant Heater

MICHIKO FUWA, SEIKO TOMIYOSHI, NORIKO SHIRAISHI, and MIKIO FUKUZAWA

The quality of a sweetpotato baked in an extreme infrared radiant ceramic heater has been compared with that of a sweetpotato baked in an oven toaster, in the process of the change of the core heat of the objects and the rate of increase of maltose; then by an organoleptics test the quality in each case has been judged.

The results are as follows:

1. the rise of core heat has been slower than that of the one baked in the oven toaster, and it has taken longer time in baking the object with an extreme infrared radiant ceramic heater.
2. the quantity of maltose in both cases has increased four times more than before baking them, but there is no difference in a statistically significant result.
3. by an organoleptics test, the color, flavour, and sweetness of the sweetpotato baked in the extreme infrared radiant heater were 5% statistically superior to the one baked in the oven toaster.

近年、赤外線加熱特性に関する研究⁶⁾⁸⁾⁹⁾¹²⁾がなされ、赤外線が食品加工分野に応用され始めている。高嶋¹⁴⁾は緑葉の乾燥、佐藤ら¹¹⁾は大根の乾燥に有効で、クロロフィルの保持がよく、乾物のもどりも良いと報告している。石川⁴⁾は、揚物調理に使用する赤外線輻射体の製法や赤外線加熱装置を開発し、セラミックス加熱によるパン、クッキー等の焙焼に有

効であると述べている。この他にも、赤外線の調理への利用について、種々の研究がある¹⁾²⁾³⁾⁵⁾¹⁰⁾。

甘藷の加熱調理のうちで、「石焼きいも」はおいしいと言われており、その理由として一般的には加熱された石が遠赤外線を放射することにより、藷の内部までその熱が利用されるからであると言われていたが、清水ら¹³⁾は

低温の熱をソフトに与えるからで、遠赤外線が藩に浸透して加熱されるのではないと発表している。

著者らは、遠赤外線発生の認められたセラミックヒーターで甘藷を上下から加熱できる焼きいも試作器（以下、焼きいも器とする）を使用して焼いた甘藷の品質を、オーブントースター（以下、トースターとする）で焼いたものと比較するため、焙焼時における甘藷の内部温度の変化、及びマルトースの増加量を測定した。続いて官能検査を行った。なお、官能検査では、同一試料をつぼ焼き器で焼いて比較対象に加えたので、あわせて結果を報告する。

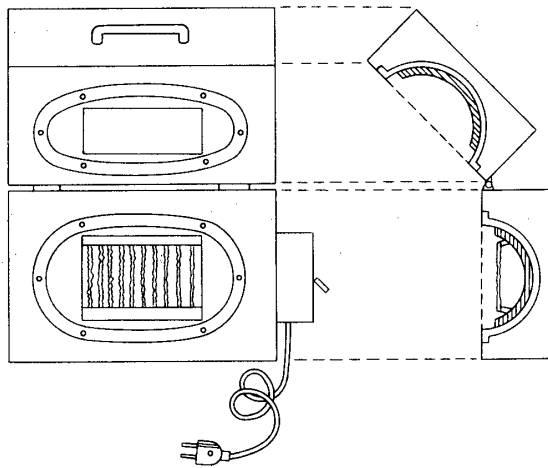


図1 焼きいも器の略図

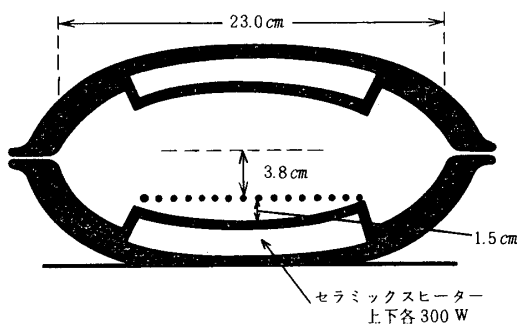


図2 遠赤外線利用の焼きいも試作器

実験方法

1. 試料および加熱条件

1) 試料

甘藷は、1987年千葉県産の紅あづまを店頭で入手し、直径6 cm前後、1本350g位のものを使用した。

2) 加熱器

(1) 焼きいも器：焼きいも器（外形19.5cm×31.5×22.0の木製セラミックスの厚さ7 mm）（図1）の従断面を図2に示したが、下のセラミックヒーターにかけてある金網上に藩を置き、密閉して加熱する。セラミックスの配合割合は表1の通りである。このセラミックヒーターは、図3の様に波数2000cm⁻¹以上、すなわち5 μm以上の波長域で放射率が

表1 セラミックスの配合割合

物質名	割合%
SiO ₂	72.20
Al ₂ O ₃	22.77
Li ₂ O	2.65
K ₂ O	0.62
Na ₂ O	0.57
Fe ₂ O ₃	0.45
TiO ₂	0.28
CaO	0.16
MgO	0.14

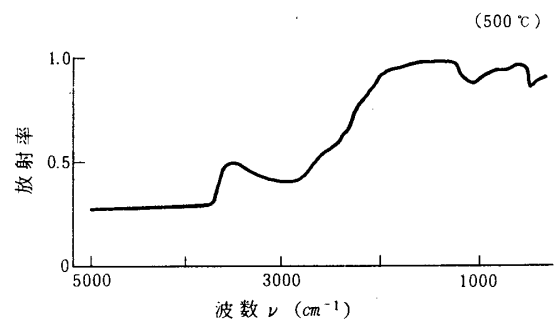


図3 セラミック分光赤外線放射率曲線

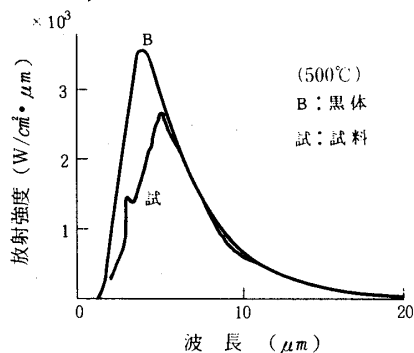


図4 半球面分光赤外線放射発散受曲線

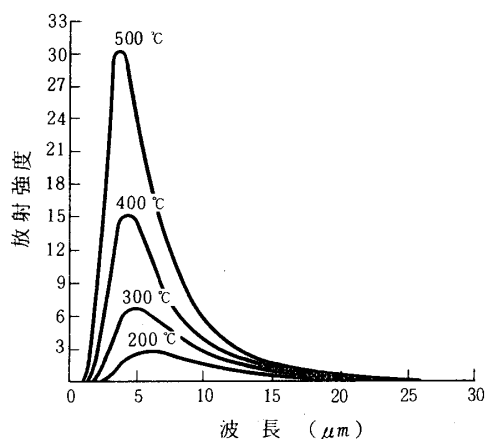


図5 放射エネルギー曲線

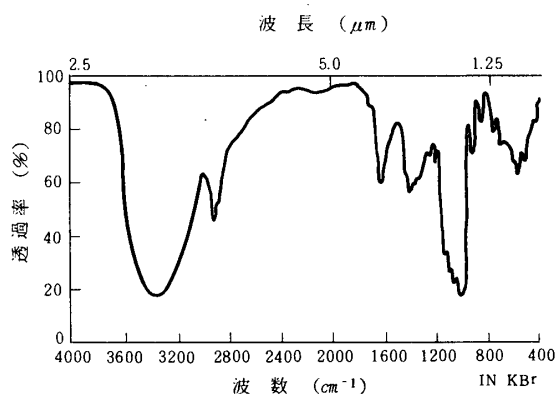


図6 甘藷の赤外線吸収スペクトル

高くなっている遠赤外線放射体であると言える。黒体と比べた放射強度は図4に示したが、庫内温度が300°C以上に上昇しないようにサーモスタットが作動するようになっているので、実験に使用した焼きいも器の放射強度は図5に示すよりも低めである。これらのデータは、焼きいも器の試作者が工業技術院名古屋工業試験所に測定依頼した成績データを引用した。なお、甘藷の遠赤外線領域は8から11 μ m付近に吸収特性がある。(図6)

(2)トースター：外形16.0cm×30.0×22.0，電気容量は100V，200Wで，上下に各1本ヒーターがあり，上部のヒーターの位置は網から9.5cm，下部のヒーターは網から3.5cm離れている。

(3)つぼ焼き：店頭で業者が使用しているもの。試料を渡して焙焼を依頼した。

3) 焼きいもの焙焼

試料を庫内中央に置き，1本の藪の中央から中心軸部分に6打点式熱電温度記録計（横河電機製）のセンサーを挿入し，温度の経時変化を測定した。あわせて庫内温度の経時変化も測定した。

焼き時間は，予備実験から25分，むらし時間を25分と設定した。

官能検査に用いる場合は，1)と同種のを2本ずつ用意し，この場合も個体差を考慮して，それぞれ横2つ切りにして別の藪どうしを組み合わせ，焼き時間を25分，むらし時間を25分，さらにセラミックスの味に対するむらし効果を確かめるために，むらし時間35分のものも検査に使用した。

2. 糖の分析

藪の個体差が大きいことを考慮し，かつ，加熱条件を同一にするために中央近くを厚さ3.5cmの輪切りにして3つ用意し，そのうちの1つは生藪の糖分析に用いた。焙焼後の糖分析用には，それぞれ1つを庫内中央に切断面を上下にして置き，1回の処理量が350gになるように左右に藪を置いて，焼き時間20分，むらし時間を15分とした。

生薯はおろし、焼き薯は裏ごして約5gを精秤し、少量の水を加えて乳鉢で5分磨砕した後、さらに約150mlの水を加えて糖を抽出する。その抽出液を200mlに定容してから、液の一部を遠心分離(10,000rpm, 10分)して上澄液を還元糖の定量用の試料液とした。還元糖は、ソモギー・ネルソン法で定量し、その値をマルトース量とした。

3. 官能検査

表3の項目1から4について、2点識別試験法、項目5については2点嗜好試験法により行った。パネラーは、本学調理学研究室員と学生、延べ18名である。

結果と考察

1. 焼きいも器庫内及び甘藷中心部の温度変化について

薯加熱時の庫内の上昇温度は、図7の様にトースターの方が急速に上昇し、25分で加熱を止めると共に急激に下降するのに対して、焼きいも器は、温度上昇が緩慢で、熱を止めた後も温度のさがりかたは、ゆるやかであった。これは、セラミックスの熱容量が大きいためであると考えられる。

薯の内部温度の上昇過程は、庫内温度の影響をうけて、焼きいも器で焼いた薯の方が、よりゆるやかであり、焼き時間25分の時点で中心部はまだ60°Cであり、むらし時間25分後で97°Cになった。これに対して、トースターで

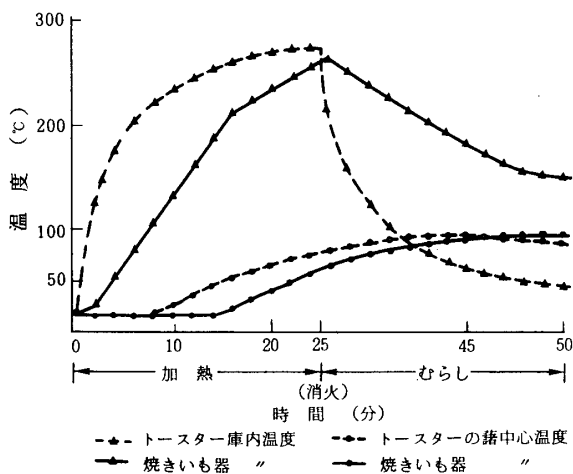


図7 甘藷内部温度と庫内温度の経時変化

焼いた場合は、25分で78°C、むらし時間11分で94°Cであり、むらし時間13分後位から徐々に下がり始めて、むらし終わりの25分の時点では89°Cであった。この結果から、焙焼時間は焼きいも器の方が、セラミックスの熱容量が大きいために長時間必要であることがわかった。清水¹³⁾は、石焼きいもがおいしい理由として、低温の熱をソフトに与えるからであろうと述べているが、このことが事実であるならば、この焼きいも器はその性能を備えているものと思われる。

薯に流入した熱量を次式にあてはめて計算してみると、焼きいも器の場合は、21263cal、トースターの場合は20475calで、両者ともほとんど同程度の熱量を受けていることになる。

$$Q = mc(T_2 - T_1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{流入した熱量} : Q \\ \text{薯の質量} : m \\ \text{薯の比熱} : c \\ \text{最初の温度} : T_1 \\ \text{最後の温度} : T_2 \end{array} \right.$$

2. マルトースの増加量

甘藷中のβアミラーゼ活性は強く、生でんぷんには作用せず、糊化でんぷんに作用することが一般的に知られ、また桐淵ら⁷⁾も甘藷を60°Cから80°Cにゆっくり加熱した際、でん

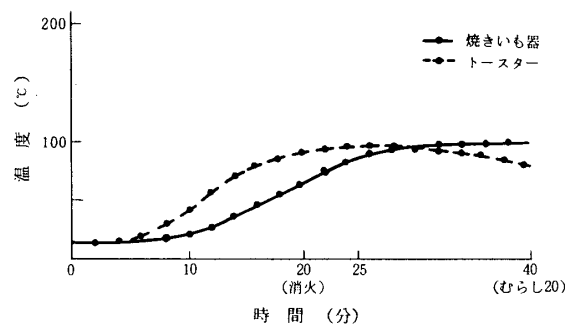


図8 甘藷輪切り中心温度の経時変化

表2 焼きいも器とトースター加熱による
甘藷のマルトース量

	減少率 (%)	マルトース量(g)		
		生甘藷100g中 実測値	焼きいも100g中 実測値	生甘藷100g中 換算値
生 藷	—	3.31±2.33	—	—
焼きいも器	16.43±0.33	—	12.40±1.48	10.36±1.20
トースター	19.27±1.59	—	12.80±0.42	10.33±0.31

ぶんのマルトースへの転化は非常に速いという
ことを追認しているのので、糖の増加量をマル
トースとして定量し、その増加景に差があ
るか否かを検討した。表2に示すように焙焼
前に比べて約4倍増加したが、焼きいも器と
トースターで焙焼したもの間に有意の差は
認められなかった。厚さ3.5cmの輪切り中心
部の加熱温度の経時変化について図8に示す
様に、60°Cから80°Cに達する時間は1分位の
違いで、このわずかな時間ではマルトース量
に差はないと思われる。

3. 官能検査

官能検査においては、表3に示すように、
焼きいも器で焼いた藷の方が、トースターよ
りも色と香り、甘さに5%有意差で良い結果
を得た。このことは、庫内温度の上昇のしか
たの違いによるものと思われる。マルトース
量には差がなかったが、人間の五官による甘
さは、それとは異なるように思われる。焼き
いも器とつぼ焼きの藷では、つぼ焼きの方が
5%有意差で口ざわりが良かった。また、焼
きいも器のむらし時間を長くすることが焼き

表3 焼きいもの官能検査結果

	焼きいも器・トースター	焼きいも器・つぼ焼き	焼きいも器むらし 25分 35分(人)			
			25分	35分		
1. 藷の色	14*	4	8	10	7	11
2. 香	14*	4	8	10	12	6
3. 口ざわり	10.5	7.5	5	13*	11	7
4. 甘さ	14*	4	8	10	12.5	5.5
5. 総合して どちらが 好ましいか	11.5	6.5	9.5	8.5	13	5

* 5%危険率で有意差あり

あがりの具合を良くするか否か検討するため、
さらに10分のむらし時間を追加して比較した
が、差は認められなかった。また、各々の加
熱器で焼いた2つの試料間について「どちら
が総合的に好ましいか」の問については、い
づれも有意の差はなかったが、トースターに
比べて焼きいも器で焼いた藷の方が好まれる
傾向であった。

焼きいも器の藷内部温度の上昇過程は、高
橋ら¹³⁾のサーモグラフと類似しており、試料
内部の熱移動は伝導伝熱が支配的であると考
えると発表していることや、放射伝熱により
被加熱物の内部3mm程度まで直接エネルギ
ーを供給できるという説を合わせてみると、
焼きいも器の調理性は、藷の周囲から時間
をかけて徐々に熱を与えていくということが利

点であると考えられる。しかしながら、この実験からは遠赤外線が焼き蒾に効果を及ぼしたとは断定できない。

要 約

遠赤外線の発生する焼きいも器の調理性を検討する目的で焼いた甘蒾の品質を、オーブントースターで焼いたものと比較するため、焙焼時における蒾の内部温度の変化、及びマルトースの増加量を測定した。さらに、官能検査では、同一試料をつぼ焼き器で焼いて比較対象に加えて、蒾の品質を比較した。

1. 蒾内部の温度上昇は、オーブントースターに比べてゆっくりであり、焙焼時間が長く必要であった。

2. マルトース量は焙焼前に比べて約4倍増加したが、両者には有意な差が認められなかった。

3. 官能検査の結果、焼きいも器で焼いた蒾の方が、トースターよりも色と香り、甘さに5%有意差で良い値を得、「どちらが総合的に好ましいか」についても、焼きいも器の方が好ましい傾向であった。つぼ焼きのものとも口ざわり以外は有意の差がなかった。

終わりに、焼きいも器を提供してくれた松下電工株式会社にお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 荒木唯志：赤外線技術研究会資料，No.111，赤外線技術研究会，7（1981）。

- 2) 足立鉄夫：九州電力総研研究報告，No. 77007，P.49（1978）。
- 3) 富和美智子，神長和子ら：遠赤外線放射体の揚げ物に及ぼす効果，聖徳栄養短大紀要，16，31（1985）。
- 4) 石川正：特公昭47-25010，特公昭50-2421
- 5) 神長和子，富和美智子，白石徳子，根本勢子，鈴木一正，箕口重義：遠赤外線放射体のゆで物に及ぼす効果，聖徳栄養短大紀要，16，19（1985）。
- 6) 木村嘉孝：遠赤外線利用の現状と展望，工業技術会（東京），P.2（1985）。
- 7) 桐淵壽子，久保田紀久枝：家政誌，27，418（1976）。
- 8) 工業技術会編：遠赤外線利用の最新技術，工業技術会（東京），（1987）。
- 9) 正村彰敏，渡辺敦夫ら：遠赤外線照射による馬鈴薯の乾燥，日食工誌，35，（5），309（1988）。
- 10) 大森豊明，荒木唯志：電気評論，38，P. 313（1980）。
- 11) 佐藤純一，石田愈：東工大資源化学研，修士論文（1984）。
- 12) 渋川祥子，管桂子：遠赤外線加熱の有効性の検討，日本家政学会要旨集，58（1988）。
- 13) 高橋誠，清水賢ら：遠赤外線加熱によるサツマイモの熱処理，日食工大会講演集，62（1988）。
- 14) 高嶋廣夫：名工試研究発表会予稿集，（1978）。