

原著論文

鍋加熱による焼き芋の簡易調理法の開発—ガスコンロの場合—

品川弘子 根本勢子

Study on Convenient Method of Cooking for Baked Sweet Potato in Pot — Case of Gas Cooker —

Hiroko SHINAGAWA and Seiko NEMOTO

The cooking for baked sweet potatoes in Japanese deep frying pot have been tried out to obtain the equivalent to Ishiyaki-imo cooked by heating gently in a mass of pebbles, is known to become sweet by the activation of β -amylase at appropriate temperature. The sweet potatoes wrapped with aluminum foil were heated gradually from 30 to 95°C for 30 or 35 min. by weak caloric force of gas cooker. After 15 min. heating, they were turned over. Heating conditions were tested for the temperature and duration. It was found that the heating temperature rising from 30 to 70°C and heating for 20 min. can give the highest saccharinity. The sweetness was equivalent to that of Ishiyaki-Imo and higher than that of the oven cooking. The sensory evaluations with respect to the sweetness and total evaluation indicated that the above method gives significantly better than that with the oven cooking.

keywords: baked sweet potato, cooker, saccharinity, sensory analysis, pot

1. 緒言

焼き芋といえば一般に「石焼き芋」がもっともおいしいと言われている。石焼き芋は鉄板の箱の中に熱した小石を敷き詰め、その上にサツマイモを置か、石をイモにかけるかして、焼けた小石の熱によって穏やかに約 50 分程度加熱したものである¹⁾。サツマイモにはデンプンを麦芽糖に分解する β -アミラーゼが多く含まれており²⁾³⁾⁴⁾、この酵素が加熱中に最適温度(55~65°C)で十分に作用すると、糖度が増えて甘味が増すため「石焼き芋」のようにゆっくり時間をかけて加熱したほうがおいしいとされる⁵⁾。酵素作用は温度に依存しサツマイモを 60~80°C にゆっくり加熱した際マルトースへの転化が速いとされる⁶⁾。サツマイモの貯蔵中にも行われ、加熱時間が長いと糊化度が高く、糖の生成量も多い⁶⁾。また、加熱温度については 30~60°C とする説⁸⁾や 30~65°C とする⁹⁾等の報告がある。植物性の多くの酵素は 40~60°C の温度に比例して反応するが、最適温度を超えると反応が鈍くなり 60~

70°C 以上で失活し¹⁰⁾、焼き芋の場合加熱 30 分で 90% が失活する¹¹⁾。失活の原因となる要因としては、熱の外に pH、塩濃度、溶媒、他の酵素による作用などが知られている¹²⁾。以上のように、サツマイモの甘味を引き出す調理法は諸説あるが、加熱温度や加熱時間と糖度の関係が曖昧である。

近年は石焼き芋に準じた調理方法として、家庭では一般にオーブンや電子レンジ、蒸し器などが使われているようである。これらのうち、オーブンの伝熱方法は、庫内の対流熱、天板からの伝導熱、庫壁からの放射熱に起因することから、もっとも石焼き芋に近い「焼き芋」が作れるのではないかと推察される。

一方、オーブンや石焼き加熱法の伝熱と同様の条件設定の可能性がもっとも高い調理器として、鍋を使用した加熱(以下、「鍋加熱」)が考えられる。

そこで本実験では、おいしい「焼き芋」を手軽に作る調

理法の開発を目的として「鍋加熱」により焼き芋を調製し、加熱温度や加熱時間を検討し若干の結果が得られたので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

実験に用いたサツマイモ(紅アヅマ:千葉県産)は9月末~10月末までの期間に同一販売者から購入し、購入後3日以内に実験に用いた。購入後は室温(23±2℃)で保存した。一般的に芋の形状は中央部より両端が細くなるが、なるべく形の整った芋を選び(中央部の直径5.2±0.4cm)、皮付きのまま両端を切り落とし、長さ14.0±0.2cmに揃え(1本の重量:190~200g)、各調理方法の試料に用いた。

2.2 調理方法

「鍋加熱」による焼き芋のおいしさを比較検討するため、オープン、蒸し器、電子レンジによる調理も併せて行った(以下、「オープン加熱」「蒸し加熱」「電子レンジ加熱」)。いずれも竹串を刺し、串がすっと刺さった段階を加熱終了の目安とした。

2.2.1 鍋加熱

鍋加熱法として家庭用の天ぷら鍋(片手付き:直径20.0cm、高さ15.0cm、ヒロシヨウ製)を用いた。鍋を用いてオープン加熱および石焼と同様な熱伝導を可能とするため、サツマイモはアルミ箔で二重に包んだ。アルミ箔は鍋底に芋が直接当たり過度に焦げるのを防ぐため一度軽く丸めて皺を作り、凹凸状態にしたものを用いた。試料用のサツマイモ2本を鍋に入れ、卓上ガスコンロ(KG-11B、リンナイ製)を用い弱火で加熱した。蓋には二枚重ねにしたアルミ箔を用い、中央に2箇所穴を開け(各直径0.6cm)、ここから防水型デジタル温度計(MODEL SK-250WP II-K、佐藤計量器製作所製)の温度センサーを差し込み、芋の中心温度および鍋内の温度を測定した。温度は室温から95℃まで2~3分毎に測定した。予備実験は数回を行い、鍋内の温度を200℃以内、弱火で30~35分の加熱を目安として実験を行い、これらの条件下で5回実施した。

2.2.2 オープン加熱

オープン(オープンレンジ EMO-FZ4、三洋電機製)の天板中央に試料用サツマイモ2本を置き、メーカー添付の冊子に基づき、余熱無し、250℃、40分間の条件下で加熱した。実施回数は3回とした。

2.2.3 蒸し加熱

家庭用の蒸し器(直径27cm、高さ20.5cm:鍋2個の組合せ)の下鍋に常法通りに水を入れ、中敷きの上に試料用サツマイモ2本を置き、室温から卓上ガスコンロ(上に同じ)を用い中火で45分間加熱した。蓋の蒸気抜き穴にサーミスターのセンサーを差し込み、芋の中心温度が95℃に安定したとき消火した。実施回数は3回とした。

2.2.4 電子レンジ加熱

電子レンジ(オープンレンジ:EMO-FZ4、三洋電機製)のメーカー添付の冊子に基づき、ラップで包んだサツマイモ2本を700Wで約4分間加熱し、加熱後、庫内から取り出し、ラップをしたまま5分間蒸らした。実施回数は3回とした。

2.3 糖度の測定

予めセラミック製のおろし器ですりおろした生および加熱したサツマイモをブレンダー(Oster Blender ST-2、OSAKA CHEMICAL 製)付属のガラス容器(容量:250ml)に20gを精秤し、希釈倍数が4~5倍となるように水を加え、水と共に60秒間磨砕し、ろ過後の液を糖度計(APAL-1、アタゴ製)で測定した。生および加熱後の糖度は次式により求めた¹³⁾。すなわち、糖度=糖度計の読み(Brix%)×希釈倍数×100/(100-重量減少率(%))として算出した。測定部位は各調理法に用いた1本の芋を3等分し、その中心部から切り取った円柱(高さ2.0±0.2cm)を各測定し、1本分の値とした。測定回数は各調理法の実施回数と同様とした。

2.4 色調

分光測色計(CR-13、コニカミノルタ製)を用いてハンター尺度のL・a・b値を測定した。測定部位は糖度と同様とし、その切り口の断面について中心部およびその外側を含めた5箇所を測定した。

2.5 官能評価

2点試験法により、「鍋加熱」および「オープン加熱」による焼き芋の2種類について、「色」「風味」「食感」「甘味」「総合評価」の項目を評価した。パネルは東京聖栄大学健康栄養学部の女子学生30人とし、同大学官能評価室にて平成23年10月25日に実施した。

3. 実験結果および考察

3.1 鍋加熱による加熱温度および加熱時間

3.1.1 鍋内の温度

皺状のアルミ箔で二重に包んだサツマイモ 2 本を鍋で加熱した場合の加熱時間と芋の中心温度の変化を Figure 1 に示した。加熱開始時の芋および室温は $25.2 \pm 0.3^\circ\text{C}$ であった。

鍋内の温度は加熱後 5 分で 150°C 、10 分～15 分後には $170^\circ\text{C} \sim 190^\circ\text{C}$ に上昇し、その後消火するまでの 35 分間は約 200°C を保持した。しかし、加熱 15 分の時点で蓋を取り芋の天地変えを行うと、一旦 130°C 程度まで急降下するが蓋をした後再び 200°C 近辺まで上昇した。芋の天地変えにかかった時間は 40～50 秒であった。

3.1.2 芋の温度

芋の中心温度は加熱 35 分間で 25°C から 95°C まで直線的に上昇し、天地変えを行った 15 分は 60°C 近辺であった (Figure 1)。竹串がすっと刺さった 30 分以降は徐々に焦げ臭が強くなったので 30 分で消火するのが望ましいと思われた。天地変えは芋の周りの焼き色を均等に付与するため、また、加熱を均等にするために行った。天地変えの際、芋の中心温度の急激な温度変化は観察されなかった。これはアルミ箔で二重に包まれているため鍋内の温度変化の影響を直接受けなかったことによると考える。

以上の結果から、「鍋加熱」では、芋を皺状のアルミ箔で二重に包み、弱火で加熱し、加熱開始後 15 分で芋の天地変えを行い、蓋をして再び 15 分加熱すれば焼き芋となることが認められた。そこで次に、温度計を使わずに、皺状のアルミ箔で二重に包んだサツマイモ 2 本を上の方法と同様な火加減(弱火)として加熱し、竹串がすっと刺さる時間を加熱終点としてみたところ、30 分間の加熱で同様な焼き芋が出来上がった。また、市販の鍋蓋を用いた場合も同様な焼き芋を得ることができた。蒸気抜き穴がない蓋の場合は、加熱と蒸気による温度上昇を適度に調節するため、鍋の淵から竹串の太さ分だけずらして蓋をした。測定値は平均値 $\pm 0.2 \sim 0.5$ の範囲であった。

次に糖度や色調の変化を調べ、従来の加熱方法と併せて比較・検討を行った。

3.2 調理法別の糖度

Figure 2 に調理法別の糖度および蒸発量を示した。糖度は生のサツマイモに対する加熱後の芋の相対的値として示した。「鍋加熱」の糖度は「石焼き加熱」の見かけの糖度とほぼ同様であった。ただし、石焼き芋(紅アズマ:

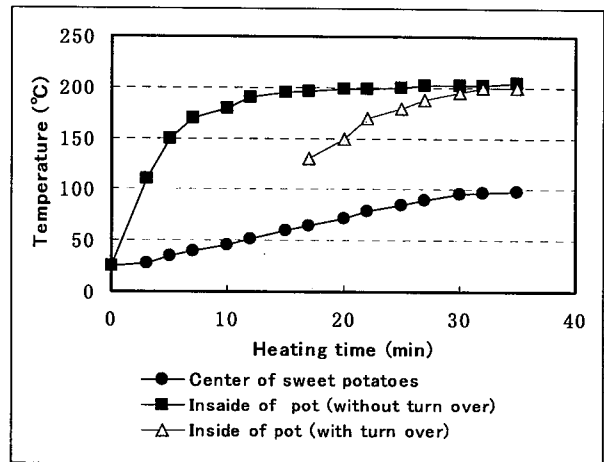


Figure 1 Temperature of center in sweet potatoes and inside of pot

千葉産)は屋台から購入したため、本実験の「鍋加熱」の重量変化率を使用し、見かけの糖度として算出した。測定値は平均値 $\pm 0.2 \sim 0.4$ Brix % の範囲であった。「オーブン加熱」と「蒸し加熱」の糖度には大きな差が見受けられなかったが、「蒸し加熱」は水分量が増えたため幾分糖度が低下したものと思われる。「電子レンジ加熱」の糖度がもっとも低く、「石焼き加熱」¹¹⁾および「鍋加熱」の約 1/2 であった。以上の結果から、「鍋加熱」での焼き芋の甘さは石焼き芋とほとんど差異のない調理方法であることが示唆された。鍋蓋をずらして加熱した場合も同様の結果が得られた。

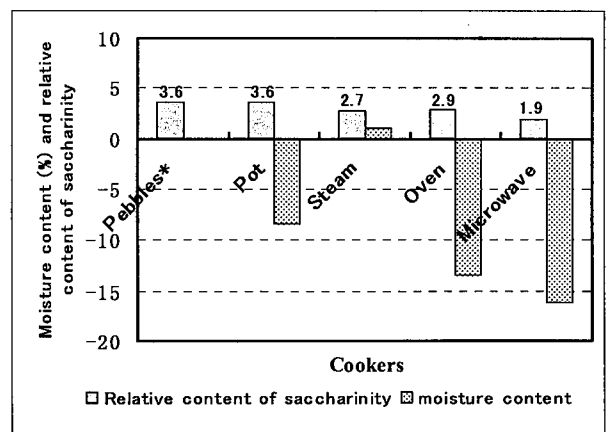


Figure 2 Saccharinity of different cookers

* Apparent saccharinity was calculated by moisture content on pot.

3.3 加熱・昇温過程の糖度

「鍋加熱」における昇温過程の糖度は Figure 3 に示したように加熱開始時から経時的に増加し 70°C で生のサ

ツマイモの約 3.6 倍となった。測定値は平均値±0.2～0.4 Brix %の範囲であった。

今回の「鍋加熱」による焼き芋の実験では 70℃のとき、もっとも糖度の蓄積が高く、また、70℃以上の加熱では糖度の増加は期待されることが認められた。これは、加熱によりサツマイモに含まれるβ-アミラーゼが失活したためと考える。しかし、さらに 70～80℃の温度上昇は十分な糊化を促し¹⁴⁾¹⁵⁾、加熱開始から30～35分後の90～95℃まで加熱を行ったことで「石焼き加熱」に近い焼き芋が完成したと思われる。これらの結果から「鍋加熱」においては、焼き芋が完成するまでの30分間のうち、加熱開始から30～70℃までの温度上昇時間を弱火で20分間保つことが糖度の高い甘い焼き芋をつくるコツであると認められた。本実験で行った「鍋加熱」での焼き芋の調理法は理にかなったものとする。

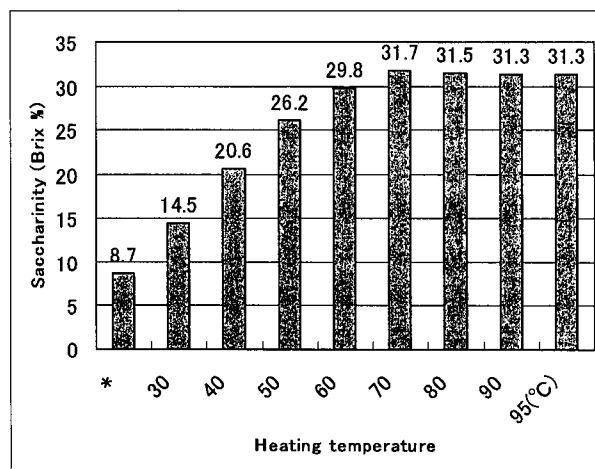


Figure 3 Changes of saccharinity of sweet potatoes with heating temperature (*25.2±0.3℃)

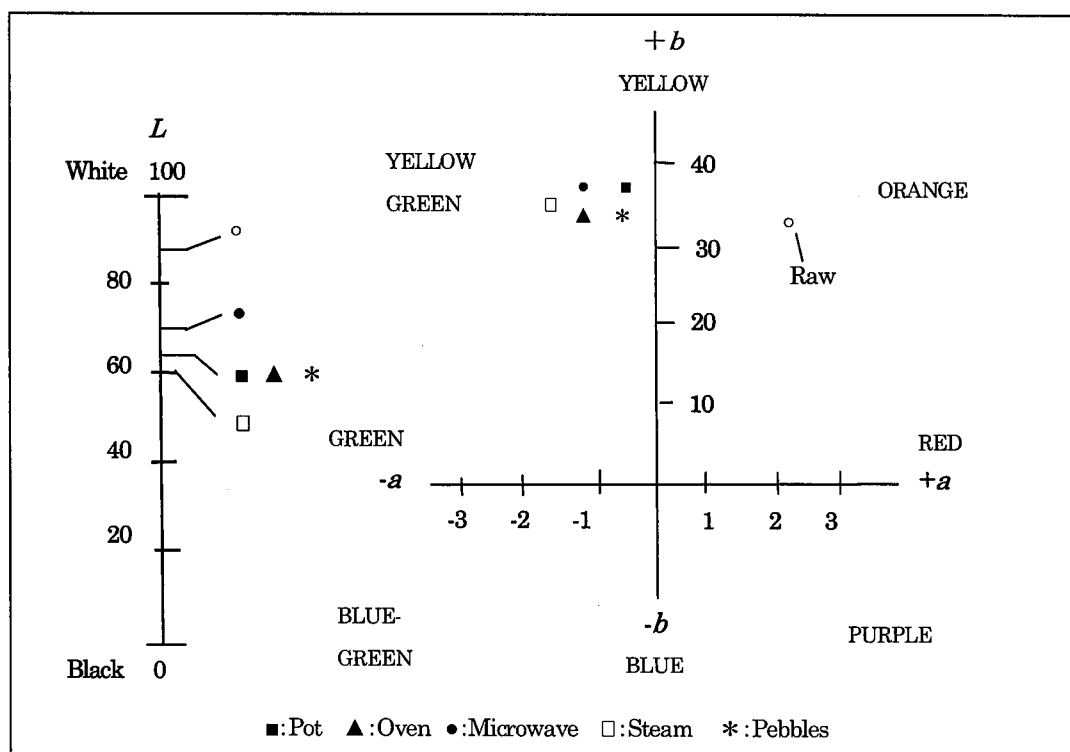


Figure 4 Color diagrams of Hunter's values of baked sweet potatoes

3.4 色調

各調理法で加熱したサツマイモと生のサツマイモの色調 $L \cdot a \cdot b$ 値を測定し Figure 4 に示した。生の芋は明るく淡い黄色であったが、加熱により明度が低下した。b 値には大きな変化は見られなかったが a 値がマイナス方

向に移動し、淡い緑を帯びた黄色に変化した。a 値の変化は蒸し芋において顕著に示され、この結果は肉眼的にも観察された。

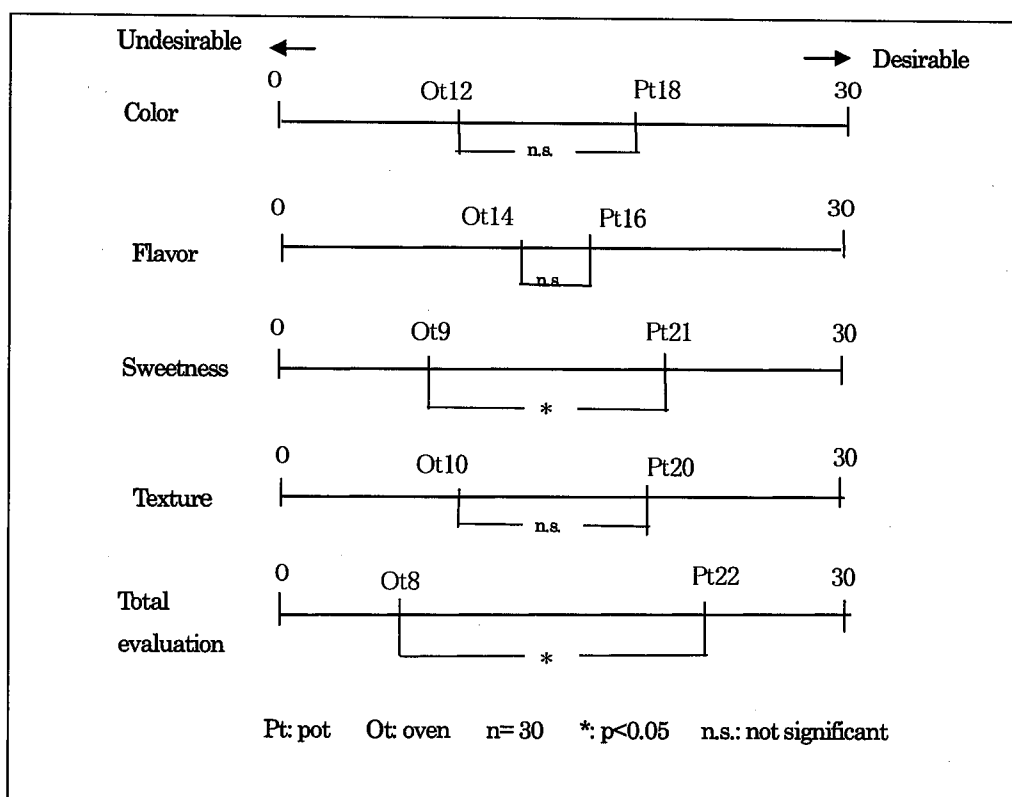


Figure 5 Grade of sensory analysis by paired preference test on baked sweet potatoes

3.5 官能評価

「鍋加熱」の焼き芋が食味に与える影響を調べるため、2点嗜好試験法により官能評価を行った。比較の焼き芋として「オーブン加熱」の焼き芋を用いた。有意水準 $\alpha = 5\%$ で検定し Figure 5 にその結果を示した。

「鍋加熱」の焼き芋が「オーブン加熱」の焼き芋に比べ、甘味および総合評価の2項目で有意に好ましいと評価されたが、色調、風味および食感には有意差は得られなかった。また、生のサツマイモと加熱後のサツマイモでは肉眼的な色調差が観察されたが (Figure 4)、加熱後の焼き芋としての色調間には差が見られなかった。「鍋加熱」は「オーブン加熱」より糖度が高く (Figure 2)、甘かったことが食味の評価に結びついた結果であった。

つまり、「鍋加熱」の調理法は「オーブン加熱」より甘く、「石焼き芋」と遜色ないと評価されたと考える。

4.1 要約

おいしい焼き芋をガスコンロで手軽に作る調理法の開発を目的とした。「鍋加熱」により焼き芋を調製し、加熱温

度および加熱時間を検討した。鍋は家庭用天ぷら鍋を用い、皺状にしたアルミ箔でサツマイモを包み、卓上ガスコンロの弱火で 30~35 分加熱した。均一に伝熱する目的で加熱の途中に天地変えを行った。以下の結果から、おいしい焼き芋が「鍋加熱」による調理法で手軽にできることが認められた。

- (1) 芋の中心温度は室温から 95°C まで上昇し、加熱開始から 30 分間で焼き芋となった。
- (2) 糖度の増加は 30 から 70°C までの温度上昇中に生じ、その時間は加熱開始時から 20 分間であった。
- (3) 「鍋加熱」の焼き芋の糖度は、石焼き芋の見かけの糖度と同様であり、オーブン加熱の糖度より高かった。
- (4) 官能評価の結果、「鍋加熱」の焼き芋は「オーブン加熱」より有意に甘く、「石焼き芋」と遜色ないことが認められた。

5.1 謝辞

官能評価に協力していただいた本学の学生に厚くお礼申し上げます。

6.1 参考文献

- 1) 河野友美: コツと科学の調理科学、医師薬出版(1994)
- 2) 河野昭子・石川和江・川本智・南森隆司: 家政誌、62,11、701(2011)
- 3) Balls A.K. Thompson R.R. and Walden, M.K., J. Biol. Chem., 163, 571 (1946)
- 4) Takeda Y. and Hizukuri S. : Biochem. Biophysics. Act. 185,469-471 (1969)
- 5) 木戸詔子・池田ひろ 編: 新 食品・栄養科学シリーズ 調理学、化学同人(2003)
- 6) Dual Boyer, Henry Lardy and Kale Myrback: The Enzyme, 2nd ed. Academic Press, New York and London, 4, 345(1960)
- 7) 山崎清子・島田キミエ・渋川祥子・下村道子・市川朝子・杉山久仁子: NEW 調理と理論、P.169(2011)
- 8) 村上祥子: お料理手品、講談社(2000)
- 9) 佐藤秀美: おいしさをつくる「熱」の科学、柴田書店(2009)
- 10) 調理科学学会編: 総合調理科学事典、光生館(2003)
- 11) 桐淵寿子・久保田紀久枝: 家政誌、27、421(1976)
- 12) P.M.GAMAN and K.B.SHERRINGTON: THE SCIENCE OF FOOD, THIRD EDITION(1990): 中浜信子監修・村山篤子・品川弘子訳: 食物科学のすべて、154、建白社(2000)
- 13) 大羽和子・川端晶子編著: 調理科学実験、P.69、学建書院(2007)
- 14) 竹田千重乃・檜作進: 農化、48、663(1974)
- 15) 別所秀子: 調理科学、5、12(1972)