

## 火山性蒸気カマド「スメ」における蓋の違いがテクスチャーに与える影響

Effect of different lids on the texture of volcanic steam oven

中熊 美和<sup>1</sup>, 牛山 紗稀子<sup>2</sup>, 有村 恵美<sup>1</sup>

Miwa Nakakuma, Sakiko Ushiyama, Emi Arimura

1 鹿児島県立短期大学 食物栄養専攻

2 医療法人 慈風会 厚地脳神経外科病院

**キーワード：**火山性蒸気カマド, テクスチャー, 破断応力, 破断歪率, 凝集性

### 要旨

火山性蒸気カマドの蓋に着目し、蓋の違いがテクスチャーに与える影響を検討した。さつまいもを試料とし、麻袋と木製の蓋を用いて 50 分間加熱を行い、テクスチャー解析を行った。結果、麻袋と木製で比較したところ、テクスチャーに有意な差はなかった。どちらの蓋でも、破断エネルギーと破断荷重・破断応力・破断歪率、凝集性と付着力荷重・付着力応力に有意な正の相関があった。木製では、破断歪率と破断荷重及び破断応力でも有意な正の相関があった。

蓋の違いによってテクスチャーに与える影響は少ないと考えられるため、地域の特性を生かし、火山性蒸気カマドで調理した食品を比較する際には、各地域で利用されている蓋で比較することが望ましいと考えられた。

### 1. はじめに

九州には自然エネルギーである火山性の蒸気が生活の中で積極的に活用されていることがある。中でも高温で噴き出す温泉の蒸気を利用し、食品を加熱するカマドがいくつかの地域である。よく知られている火山性の蒸気カマドは大分県別府市鉄輪地区の「地獄釜」である<sup>1)</sup>。そのほかには、熊本県阿蘇郡小国町や長崎県雲仙市では「蒸し釜」とも呼ばれている<sup>2-3)</sup>。鹿児島県指宿市鰻地区においても、「スメ」と言われる火山性の蒸気カマドが存在する<sup>4)</sup>。スメの由来は鹿児島弁で煙が「すもる（こもる）」という言葉がなまった説や蒸気の出る音が人間の息づかい「すうすう」の音に似ている説がある<sup>4-5)</sup>。スメは嘉永 4 年（1851 年）『島津斉彬御供日記』にも記載があり<sup>6)</sup>、約 170 年前からスメは存在し、地域や家庭で使用されていたことが伺える。スメは 100℃に近い蒸気が出ており、鰻地区周辺の家庭でよくみられ、日常的に煮炊きに使用している<sup>4)</sup>。卵や野菜、芋類がよく調理され（写真 1）、肉・魚はスメの内部が脂質やたんぱく質などで汚れるために、調理を控えている<sup>7)</sup>。肉料理であっても、鹿児島の郷土料理である豚骨などを鍋のまま入れて加熱することもある。スメは家庭にあり、元々は噴気しているところに、石などを置き、煮炊きに使う粗末なものであったが<sup>8)</sup>、現在はコンクリートなどで様々な形状があり、カマドの

部分は様々な素材のものでできている<sup>7)</sup>。地獄釜や蒸し釜とスメはカマドの構造が異なる<sup>1, 4, 7)</sup>。その中で最も特徴があるのは、蓋である。他の地域では、木製やステンレス製の蓋を用いているが(写真2)、スメでは、麻袋を使用している。火山性蒸気カマドにおける蓋や構造の違いが加熱食材のテクスチャーに与える影響を検討した報告はない。木製に比べ、麻袋は気密性に欠け、加熱温度にも影響すると考えられる。そのため、本研究では火山性蒸気カマドの蓋に着目して、蓋の違いがテクスチャーに与える影響を検討したので報告する。



写真1 スメ広場看板  
(設置者の許諾を得て筆者撮影)



写真2 火山性蒸気カマド(筆者撮影)  
上：大分県別府市 下：熊本県小国町

## 2. 方法

### 2.1 実施時期及び場所

2024年8月に鹿児島県指宿市鰻地区のスメ広場にて実施した。スメの温度は、天気や外気温、鰻池の水位など様々な要因で変化することがある。そのため、2群間で温度の差がより小さいと考えられるスメ広場の両方のカマドを使用し加熱した。

### 2.2 試料

スメで加熱する試料をさつまいもとした。指宿市山川産のシルクスイートを指宿市内の青果店で購入し、同一のロットのさつまいもを使用した。

### 2.3 加熱方法

スメ広場のスメ（大きさ 縦 76 cm, 横 141 cm, 高さ 68 cm, カマド 2 つ）で加熱を行った。向かって左側のカマド（直径 48 cm, 深さ 25 cm）で麻袋（大きさ 縦 60 cm, 横 100 cm, 乾燥時の重さ 1.1 kg）を 2 枚縦横に被せ、右側のカマド（直径 48 cm, 深さ 25 cm）では円形の木製の蓋（直径 36.5 cm, 厚さ 2.7 cm, 乾燥時の重さ 3.2 kg）を被せて、同時に加熱を行った（以下 麻袋, 木製）（写真 3）。直径 30 cm の竹製の盆ざるにさつまいもが重ならないように 7 本ずつ並べ、スメのカマドに入れて加熱した。7 本のうち、1 本のさつまいもには桐で中心まで穴を開け、温度計（おんどどり Jr.RTR502B, 株式会社ティアンドデイ, 長野）の先端を刺して測定しながら加熱を行った。加熱時間は 50 分とし、加熱のムラがないように 25 分でさつまいもを上下反転させた。

加熱後、常温で 2 時間放冷し、温度が低下した後、冷蔵庫にて保存した（2 時間放冷後中心温度：麻袋 40.1℃, 木製 38.7℃）。



写真 3 スメでの加熱の様子（筆者撮影）

左：麻袋 右：木製

### 2.4 テクスチャー解析

テクスチャー解析では、冷蔵保存したさつまいもを 2 cm 角に切り、測定前には室温（約 20℃）になるようにした。加熱したさつまいもの中心から左右 4 cm ずつを切り出し、4 個の試料を作成した。4 個の試料のうち、2 個は破断測定に、もう 2 個は凝集性・付着力の測定に使用した。麻袋及び木製の蓋の各 6 本のさつまいもで、破断測定 12 個と凝集性・付着力測定 12 個を測定した。

卓上型物性測定器（TPU-2D, (株) 山電, 東京）を用い、下記の条件で測定した。破断測定には、くさび型のプランジャーを用い、圧縮速度 1 mm/sec, クリアランスを 2 mm とした。凝集性・付着力の測定には、直径 8 mm の円柱プランジャーを用い、圧縮速度 10 mm /sec, 戻り距離を 30 mm で 2 回測定を行った。どちらの測定にもプランジャーエクステンダー L30 を使用した。測定した室内は、温度 21.8 ~ 22.0℃, 湿度 51 ~ 53% であった。

2.5. 統計解析

結果は連続変数については、平均 ± 標準偏差で示した。統計学的処理には、SPSS Statistics 28 (日本IBM株式会社, 東京) を使用した。さつまいもの大きさ及びテクスチャーの比較には、2 標本 t 検定を用いて算出し、テクスチャーの項目間をPearsonの相関係数を用いた。統計学的有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

試料作成のためのさつまいもは各 6 本で重さ、長さ、太さに有意差はなかった (表 1)。さつまいもの中心温度の変化を図 1 に示す。中心温度に使用したさつまいもは麻袋で重さ 324g, 長さ 136 mm, 太さ 70 mm, 木製で重さ 349g, 長さ 148 mm, 太さ 70 mm あった。スメ周辺の外温度は加熱中 34.1 ~ 35.2℃, 湿度は 49 ~ 54%であった。開始直前の温度は、麻袋のスメが 98.8℃, 木製のスメが 99.2℃であった。加熱後、麻袋のスメ温度は 98.4 ~ 98.9℃, 木製のスメの温度は 98.6 ~ 99.1℃であった。加熱後の中心温度変化は図 2 に示す。

表 1 さつまいもの大きさ

	麻袋	木製	p 値
重さ (g)	327 ± 35	325 ± 40	0.911
長さ (mm)	157 ± 9	154 ± 16	0.690
太さ (mm)	63 ± 5	64 ± 7	0.784

平均 ± 標準偏差

2標本 t 検定

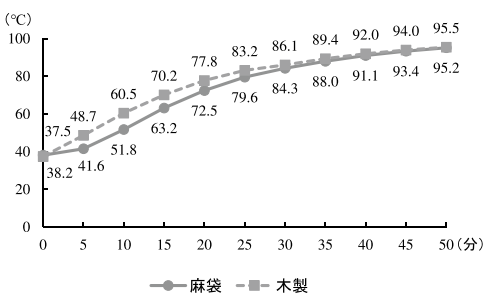


図 1 中心温度変化

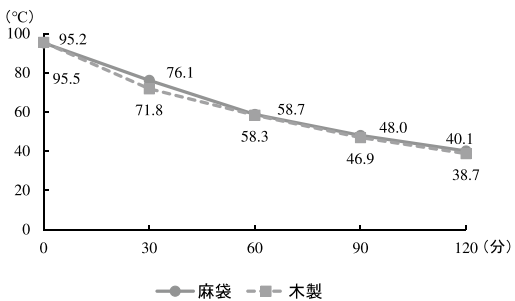
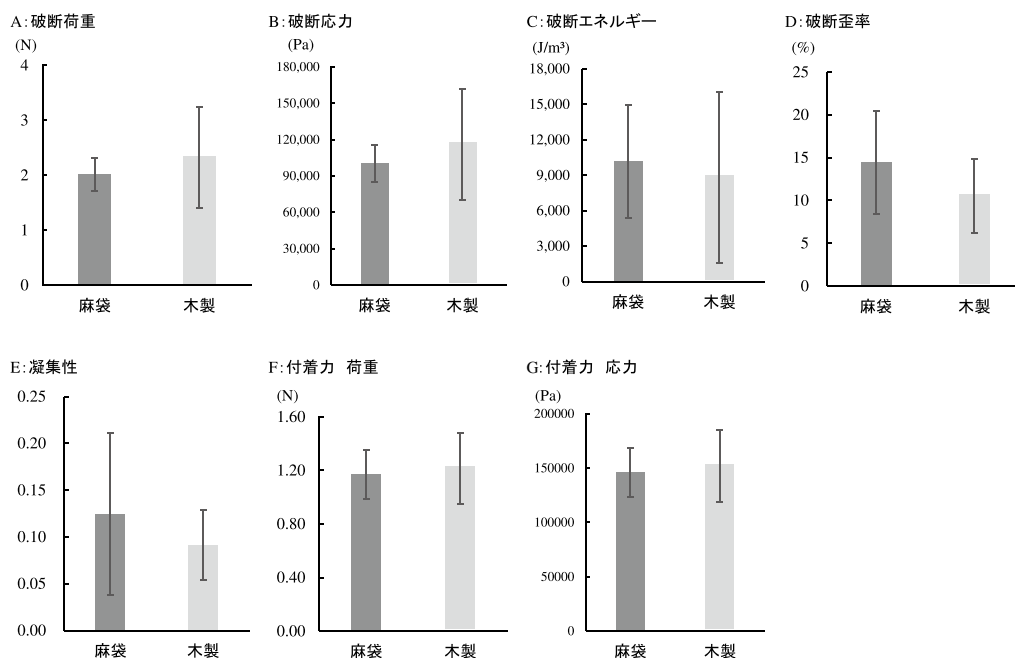


図 2 加熱後の中心温度変化

## 火山性蒸気カマド「スメ」における蓋の違いがテクスチャーに与える影響

テクスチャー解析の結果は図3に示す。破断測定から、破断荷重・破断応力・破断エネルギー・破断歪率を算出し、凝集性・付着力測定から、凝集性・付着力荷重・付着力応力を算出した。麻袋と木製で比較したところ、破断荷重・応力 ( $P$  値 = 0.285), 破断エネルギー ( $P$  値 = 0.625), 破断歪率 ( $P$  値 = 0.079), 凝集性 ( $P$  値 = 0.248), 付着性荷重・応力 ( $P$  値 = 0.627) とともに有意な差はなかった。



2標本 t 検定

図3 蓋の違いによるテクスチャー値

テクスチャー項目の相関関係を表2に示す。麻袋及び木製どちらも、破断荷重と破断応力、付着力荷重と付着力応力は同じ傾向であった ( $r = 1.000$ ,  $P$  値  $< 0.01$ )。麻袋では、破断エネルギーと破断荷重・破断応力 ( $r = 0.623$ ,  $P$  値  $< 0.05$ )・破断歪率 ( $r = 0.941$ ,  $P$  値  $< 0.01$ ) に有意な正の相関があり、凝集性と付着力荷重・付着力応力 ( $r = 0.684$ ,  $P$  値  $< 0.05$ ) にも有意な正の相関があった。木製は麻袋と同様の項目である、破断エネルギーと破断荷重・破断応力 ( $r = 0.885$ ,  $P$  値  $< 0.01$ )・破断歪率 ( $r = 0.857$ ,  $P$  値  $< 0.01$ ) に有意な正の相関があり、凝集性と付着力荷重・付着力応力 ( $r = 0.648$ ,  $P$  値  $< 0.05$ ) で有意な正の相関があった。木製では、破断歪率と破断荷重・破断応力 ( $r = 0.648$ ,  $P$  値  $< 0.05$ ) でも有意な正の相関があった。破断測定項目 (破断荷重・破断応力・破断エネルギー・破断歪率) と凝集性・付着力の項目の間には、麻袋及び木製どちらも相関はなかった。

表2 テクスチャーの相関関係

## A. 麻袋

	破断荷重 (N)	破断応力 (Pa)	破断エネルギー (J/m <sup>3</sup> )	破断歪率 (%)	凝集性	付着力 荷重 (N)	付着力 応力 (Pa)
破断荷重 (N)	—						
破断応力 (Pa)	1.000**	—					
破断エネルギー (J/m <sup>3</sup> )	0.623*	0.623*	—				
破断歪率 (%)	0.363	0.363	0.941**	—			
凝集性	-0.435	-0.435	-0.067	0.019	—		
付着力 荷重 (N)	-0.266	-0.266	-0.166	-0.179	0.684*	—	
付着力 応力 (Pa)	-0.266	-0.266	-0.166	-0.179	0.684*	1.000**	—

## B. 木製

	破断荷重 (N)	破断応力 (Pa)	破断エネルギー (J/m <sup>3</sup> )	破断歪率 (%)	凝集性	付着力 荷重 (N)	付着力 応力 (Pa)
破断荷重 (N)	—						
破断応力 (Pa)	1.000**	—					
破断エネルギー (J/m <sup>3</sup> )	0.885**	0.885**	—				
破断歪率 (%)	0.617*	0.617*	0.857**	—			
凝集性	-0.147	-0.147	-0.364	-0.338	—		
付着力 荷重 (N)	-0.171	-0.171	-0.373	-0.478	0.648*	—	
付着力 応力 (Pa)	-0.171	-0.171	-0.373	-0.478	0.648*	1.000**	—

Pearson相関係数 \*:  $P < 0.05$  \*\*:  $P < 0.01$ 

## 4. 考察

破断応力は物体が外力により破壊されずにもちこたえる限界の最大応力で、値が大きいほど、硬く崩れにくいことを表している<sup>9-10)</sup>。破断エネルギーは食品の強靭さを示す項目で<sup>9)</sup>、破断歪率は弾力を示す項目である<sup>11)</sup>。凝集性はまとまりやすさ、付着性は口腔内へのつきやすさを示す項目である<sup>9-10)</sup>。麻袋と木製でテクスチャーの比較を行ったが、違いは見られなかった。火山性蒸気カマドにおいては、蓋の種類によってテクスチャーに有意な差はないことがわかった。テクスチャーの項目の相関を求めた結果、木製のみで、破断歪率と破断荷重・破断応力に正の相関が認められた。破断歪率は麻袋・木製において、有意な差はなかったものの、麻袋の方が木製よりも値がやや高く、弾力があった。そのため、麻袋では破断歪率と破断荷重・破断応力で相関がなかったと考えられた。本研究は試料として、シルクスイートを使用した。シルクスイートはある程度柔らかく、付着性が大きく、粘りがあるとされている<sup>12)</sup>。また、加熱方法によってさつまいもの不溶性食物繊維量が変化することや食物繊維の保水性について報告されている<sup>11)</sup>。そのため、麻袋と木製の蓋では、さつまいもの水分量に違いがある可能性が推察された。今後は水分、栄養素量も測定したいと考えている。

今回の結果から、スメでは蓋の種類によって、テクスチャーに与える影響は少ないと考えられた。さつまいもに含まれるβ-アミラーゼが糊化デンプンを糖化してマルトースが生成する温

度域は、70℃付近と考えられている<sup>13)</sup>。したがって、さつまいもは加熱速度がゆっくりである方がおいしいとされている<sup>13)</sup>。今回、蓋の種類によって中心温度の上昇に違いがあり、70℃に達するまでに5分ほど差があった。この加熱時間の差による糖質生成への影響がどの程度であるか、今後検討が必要であると考ええる。

さつまいもの中心温度の上昇は木製の蓋の方が麻袋よりも早かったものの、加熱30分後にはほぼ同等程度の中心温度になっていた。スメ自体の温度はほぼ変わりがなかった。加熱後の中心温度変化も麻袋と木製でほぼ変わりはなかった。麻袋の方は気密性が低く、蒸気が端や表面から逃げてしまい、木製よりも中心温度が上昇するために時間を有し、温度上昇に影響があったのではないかと懸念された。蓋の影響よりも中心温度を測定していたさつまいもの水分量やスメの蒸気の当たり方にも起因する可能性があり、中心温度を1点のみで測定していたことから、複数点で中心温度を測定するべきであったと考えられた。

スメは鰻地区の多くの家庭にあるが、最近では指宿市が整備したスメ広場が一般にも開放されており、料金を払えばだれでも使用できる。本研究においても、スメ広場のカマドを使用した。なぜスメの蓋に麻袋を使用し始めたのかは文献等もなく定かではないが、周辺地域は農業が盛んな地域でもあるため<sup>14)</sup>、身近にあった農作物を入れる安価な麻袋を利用した素朴さが伺える。特に昔は噴気しているところに、石などを置き、煮炊きに使う粗末なものであったため<sup>8)</sup>、カマドの形状が一定でなかったことも麻袋を利用した理由の一つではないかと推察される。また、スメは常時蒸気が出ており、蒸気で湿った場合にでも、すぐに乾かせることや麻袋が蒸し布のような役割も果たし、水滴が食品に落ちないことも利点といえるだろう。スメ以外の別府市、小国町などの火山性蒸気カマドは構造が似ている。大分県別府市鉄輪地区の地獄釜は温泉源を持っていれば設置できる設備のため、家庭にあるよりも旅館などの宿泊施設に多く点在している<sup>2)</sup>。高温の源泉から発生する蒸気を利用する仕組みになっており<sup>1)</sup>、カマドにバルブがあり、噴気の量を調整することや蒸気を止めることも可能なカマドである。蓋の形状や種類に関する記述は見当たらなかったが、カマド内を清潔に保つため蓋をする役目もあって木製やステンレス製の蓋になったのではないかと推察する。また、スメは比較的小さく、浅いものが多い<sup>7)</sup>。大分県別府市鉄輪地区の地獄釜や熊本県阿蘇郡小国町蒸し釜は、スメと比べると深いものが多い。バルブがついているカマドは食材を入れ、蓋をしてからバルブを開けて蒸気を出し、加熱後はバルブを閉めてから、蓋を開ける<sup>15)</sup>。そのため、深くても安全に食材を出し入れしやすい構造になっている。スメにはバルブがないため、約100℃の噴気が絶えず出ているため、すばやく食材を入れ、蓋をする必要があることや適度に蒸気を逃がすことができることが、麻袋である理由の一つとも考えられる。今後、九州における火山性蒸気カマドで加熱した食材のテクスチャー等の比較を報告する予定にしている。今回、蓋の違いによるテクスチャーに与える影響は少ないと考えられることから、地域の特性を生かし、火山性蒸気カマドを比較する際には、各地域で利用されている蓋で比較することが望ましいと考えられた。

スメは地域における大切な食文化であるとともに、観光資源でもある。自然エネルギーを利

用した調理方法は環境にも配慮しており、自然災害が頻発する昨今において、自立・分散型の自然エネルギーは重要視されている<sup>16)</sup>。しかし、鰻地区においては使用していない・カマドを修繕していないスメも多く、スメから蒸気が出なくなったものもあるため、スメ自体も減少傾向である<sup>7)</sup>。今後ますます高齢化に伴い、スメを使用する家庭は減少すると考えられた<sup>17-18)</sup>。このような食文化をどのように次世代へ継承できるかが大きな課題と言える。

## 参考文献

- 1) 中嶋 加代子：地獄蒸し釜で炊いた米飯の食味，日本調理科学会誌 37 (3)：329-332，2004
- 2) 辻原万規彦，今村仁美：九州における噴気を利用した家庭用設備の利用実態，日本建築学会技術報告集 19(41)：255-260，2013
- 3) 長崎県雲仙市：雲仙市について，<https://www.city.unzen.nagasaki.jp/kiji0036433/index.html>，(2024年9月27日閲覧)
- 4) 指宿市考古博物館時游館COCCOはしむれ：指宿まるごと博物館ガイドブック「いぶすき検定」公式本，第1章いぶすきの自然，指宿商工会議所，pp35-37，2018
- 5) 武山宮信：三州談義第3巻第2号，うなぎ温泉見物記 県下唯一の地獄とすめ，pp14-17，1959
- 6) 山川町(編)：山川町史 (増補版)，第1編山川町の姿 第2章自然の姿 第二節温泉 3 鰻温泉，p57，2000
- 7) 中熊美和，有村恵美：鹿児島県指宿市鰻地区における火山性蒸気カマド「スメ」の現状，食生活研究誌 42(4) 60-69，2022
- 8) 日本作文の会，鹿児島県編集委員会(編)：子ども日本風土記 46 鹿児島，岩崎書店，pp15-17，1973
- 9) 青柳康夫，筒井知己 (編集)：三訂 食品の官能評価・鑑別演習，株式会社建帛社，東京，pp.59-78，2018
- 10) 山中由実，西田優，伊東亜満歌，他：品種が異なるさつまいもの品質特性と調理適性の解明，食生活研究誌 44(4) 42-49，2024
- 11) 道脇幸博，衣松令恵，横山美加，他：圧縮速度による食品の破断特性の変化，日本摂食嚥下リハビリテーション学会雑誌 3 (2) 16-20，1999
- 12) 池田倫子，山の中なつみ，小川宣子：加熱方法の違いがさつまいもの食物繊維量と物理的性質に及ぼす影響，日本家政学会誌 71 (11) 719-726，2020
- 13) 片山 健二：「焼き芋」の甘さの秘密，化学と教育 67 (7) 318-319，2019
- 14) 農林水産省：統計情報，指宿市詳細データ，<https://www.machimura.maff.go.jp/machi/contents/46/210/details.html>，(2024年9月27日閲覧)
- 15) 中嶋加代子，岸本律子：緑色野菜の加熱調理における「地獄蒸し釜」の新しい活用法，別府大学短期大学部紀要 32 1-10，2013



- 16) 清崎淳子：地熱資源とその利用，応用地質 60（4），2019
- 17) 指宿市総務部市長公室(編)：統計いぶすき平成 24 年度版，<https://www.city.ibusuki.lg.jp/main/uploads/digital/docs/%E7%B5%B1%E8%A8%88%E3%81%84%E3%81%B6%E3%81%99%E3%81%8D%E5%BC%88%E5%BC%A824%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%89%88%E5%BC%89.pdf>，(2024 年 9 月 27 日閲覧)
- 18) 指宿市総務部市長公室(編)：統計いぶすき令和 6 年度版，<https://www.city.ibusuki.lg.jp/main/docs/%E7%B5%B1%E8%A8%88%E3%81%84%E3%81%B6%E3%81%99%E3%81%8D%E5%BC%88R06%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%89%88%E5%BC%89.pdf>，(2024 年 9 月 27 日閲覧)

