

## 地獄蒸しの官能評価

西澤千恵子 尾上ひとみ 田中 芙実  
平山 愛美 山城 愛 仙波 和代

### 【要 旨】

地獄蒸しは温泉噴気を利用した調理法、または蒸した食品をいう。本研究では明礬温泉の噴気で食品を蒸し、「おいしさ」の要因を科学的に追求するために官能評価を行った。この結果、地獄蒸しに適している食品と、そうでない食品があることが判明した。この要因として、①食品の重量変化 ②食品中の成分と噴気成分との化学反応を含めた相互作用が推測された。具体的にどのような形で噴気成分が官能評価値に影響を及ぼしているものなのかは、今後の課題である。

### 【キーワード】

地獄蒸し 官能評価 明礬温泉 硫化水素

## 1 はじめに

「地獄蒸し」とは温泉噴気で食品を蒸すこと、または蒸した食品をいい、別府市では主として鉄輪温泉と明礬温泉で行われている。別府市内の温泉の記録は、奈良時代<sup>1)2)</sup>まで遡ることができる。しかし地獄蒸しが絵や文字として表れてくるのは、江戸時代末期の弘化2（1845）年に書かれた「鶴見七湯廻記」中で、地面に穴を掘ってさつまいもを蒸したり、鉄瓶を置いて湯を沸かしたりしている様子が描かれている。その後数々の変遷を経て、現在では温泉噴気を使って食物を蒸すための「地獄釜」が築かれ、周辺の施設も整備され、観光用や地域住民の調理手段として使われている。

ところで地獄釜で蒸した食品と、一般に行われている蒸し食品（「一般蒸し食品」と表す）は「蒸す」という操作においては同じであるが、地獄蒸し食品の方が「おいしい」といわれている。地獄蒸し食品は本当においしいのか、あるいは観光に訪れ、非日常的な経験の中で食べるのでおいしいのか。地獄蒸しに関しては、中嶋と岸本は地獄釜の利用方法について考察し<sup>3)4)</sup>、仙波らは地獄蒸しをした飼料をラットに摂取させ、体重増加を抑制し血糖値低下効果があることを報告<sup>5)</sup>している。しかしおいしさについては、中嶋<sup>6)</sup>と島田ら<sup>7)</sup>の報告があるだけで、科学的に解明されているとは言いがたい状態である。

そこで本研究では地獄蒸しのおいしさについて、詳細に追求していく第一段階として、「真においしいのか」を科学的に検証することを試みた。すなわち地獄蒸し食品の官能検査を行い、お

いしさと関係していると思われる地獄蒸し食品の状態を調べ、さらに食品中の成分との関係を調べた。

## 2 実験方法

### (1) 官能評価

#### 1) 蒸し条件

食材は全て市販のものを用いた。

地獄蒸しは、泉質がアルミニウム、銅、鉄などを含んだ硫黄泉である明礬温泉の噴気を使用した。通常使用されている地獄釜に竹製の蒸し器を置き、食材を入れて蓋をして一定時間放置した。対照としての一般蒸しは、常に一定量の蒸気を得るために、電気蒸し器 (T-Fal、SIMPLY SMART) を用いた。なお食材は同一の蒸し時刻と蒸し時間で行い、蒸した後の食材は温度低下を防ぐために、保冷庫に入れて運搬した。

#### i) さつまいも

重量約200gのさつまいもを、30分間蒸した。

#### ii) もち米

500gのもち米を1晩水に浸漬し、30分間蒸した。

#### iii) ほうれん草

洗ったほうれん草200gを1分間蒸した。火の通りにムラが出てしまったので、火の通った部分だけを5cmの長さに切って用いた。

#### iv) 玉ねぎ

楕形に切り、10分間蒸した。

#### v) 鶏ささみ

そのまま10分間蒸し、一口大に切った。

#### vi) いか

冷蔵ロールいかを解凍し、1杯を大きく横に3等分してから10分間蒸した後、一口大に切った。

#### vii) 鶏卵

そのまま10分間蒸してから殻をむき、縦に6等分した。

表-1 官能評価表  
さつまいもの官能評価

年 氏名 \_\_\_\_\_

2種類のさつまいも(PとQ)があります。評価の各項目について、下の判定基準に従って評点を記入してください。

	非常に悪い または弱い 1	やや悪い やや弱い 2	普通 3	やや良い やや強い 4	非常に良い 非常に強い 5
項目	P		Q		
外観					
色					
香り					
舌ざわり					
甘味					
塩味					
総合評価					

### 2) 官能評価

蒸した後、もち米はトレーに1人分ずつ小分けし、他の食材は一口大の状態です。本学科の学生と職員を対象に評点法による官能評価を行った。官能評価表の例を表-1に示した。

## (2) 温度変化

さつまいもの中心に防水型デジタル温度計（佐藤計量器製作所、SK-250WP-N）の先端が届くようにあらかじめ菜箸で穴を開け、そこに温度計を差し込んで1分毎に温度を測定し、記録した。

## (3) 重量変化

さつまいも、鶏ささみといかについて、蒸す操作の前後の重量を調理用はかり（TANITA、KD-171）で測定した。

## (4) ラット飼料中の硫黄含量

ラット標準飼料（オリエンタル酵母、MF）について、24時間地獄蒸しをしてから炭素・イオウ同時分析装置（堀場製作所、EMIA-520）で硫黄含量を測定した。飼料中の水分を105℃における常圧乾燥法で測定し、無水物中の硫黄含量を算出した。

## (5) 色相変化の測定

鶏卵を地獄蒸しした後、卵白について色相を色測色差計（日本電色工業、NE2000）で測定し、E値を計算した。

## (6) 統計処理

データの処理は解析ソフト SPSS Ver. 20と Excel 統計 2002を用いた。検定はマン・ホイットニ検定で行い、有意水準5%未満のものを有意差ありとした。

## 結果と考察

## (1) 官能評価

官能評価結果を食品別に、図-1～図-7に示した。7評価項目に対して、さつまいもでは外観、色、舌触り、甘味、総合評価の5項目で（図1）、鶏卵では外観、色、舌触り、総合評価の

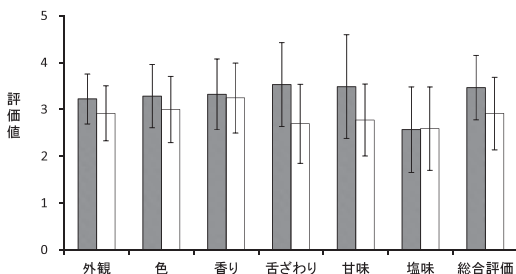


図-1 さつまいもの官能評価  
 平均値±SD、n=49、外観：p<0.01、  
 色：p<0.05、舌触り：p<0.001、  
 甘味：p<0.001、総合評価：p<0.001

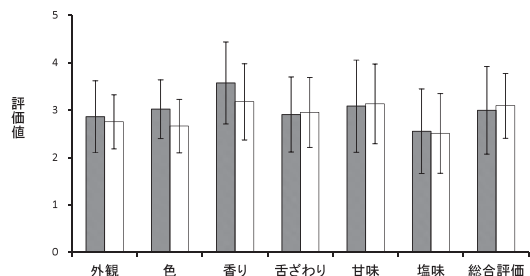


図-2 もち米の官能評価結果  
 平均値±SD、n=45、色：p<0.01、  
 香り：p<0.05

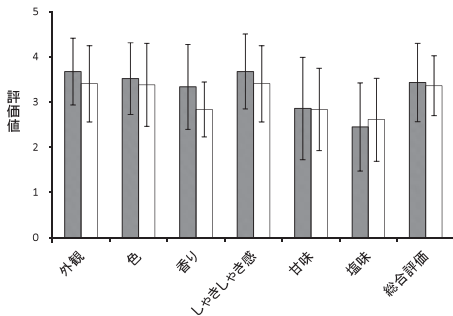


図-3 ほうれん草の官能評価結果  
 平均値±SD、n=44、香り：p<0.01

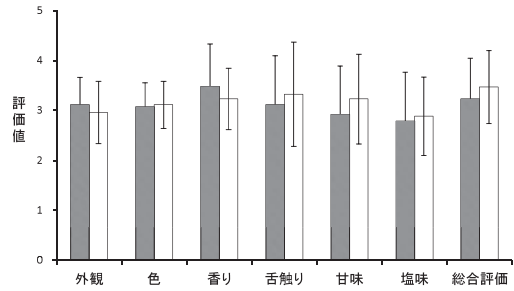


図-4 ささ身の官能評価結果  
 平均値±SD、n=52、各項目、有意差なし

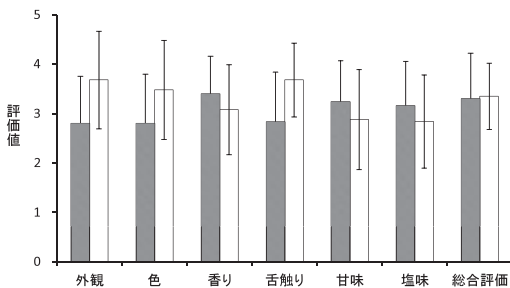


図-5 いかの官能評価結果  
 平均値±SD、n=25、外観：p<0.001、  
 色：p<0.05、舌触り：p<0.001

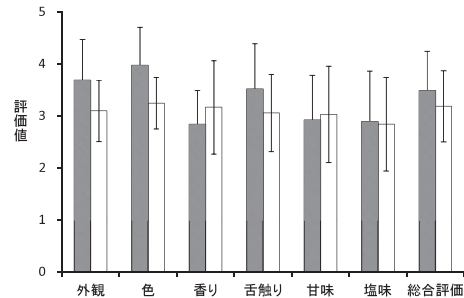


図-6 鶏卵の官能評価結果  
 平均値±SD、n=37、外観：p<0.01、  
 色：p<0.001、舌触り：p<0.05、  
 総合評価：p<0.05

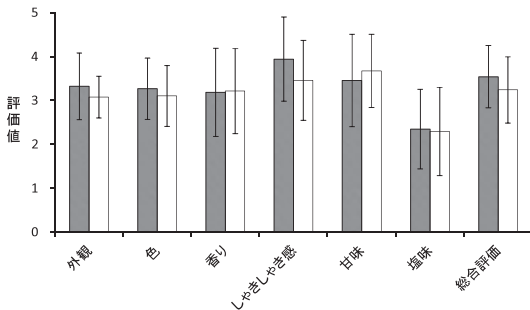


図-7 玉ねぎの官能評価結果  
 平均値±SD、n=37、外観：p<0.05、  
 しゃきしゃき感：p<0.05

表1～7

■：地獄蒸し  
 □：一般蒸し

4項目で(図-6)、もち米では色と香りの2項目で(図-2)、玉ねぎでは外観、しゃきしゃき感の2項目で(図-7)、ほうれん草では香りで(図-3)、地獄蒸し食品の評価値の方が有意に高くなった。しかし鶏ささみでは有意差がどの項目でも現れず(図-4)、いかでは外観、色、舌触りで地獄蒸しの評価の方が有意に低くなった(図-5)。この結果から地獄蒸し食品では必ずしも一般蒸しより官能評価結果が高くなるということはなく、一般蒸し食品と全く変わらなかったり、逆に一般蒸し食品より評価が低くなったりすることが明らかになった。このことから

表-2 湯ノ花成分<sup>8)</sup>

成分	含有率(%)
硫酸カリウム	1.63
硫酸ナトリウム	2.10
硫酸カルシウム	1.26
硫酸マグネシウム	1.11
硫酸亜酸化鉄	1.06
硫酸酸化鉄	22.84
硫酸アルミニウム	39.04
不溶性成分	0.69
水分	30.25
硼酸	tr

S(%)

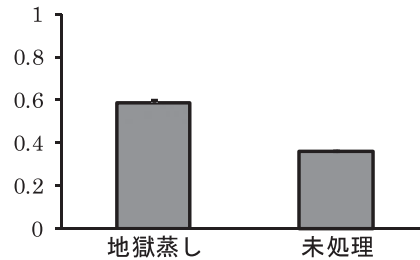


図-8 無水飼料中の硫黄含量  
 平均値±S D、n=3、  
 地獄蒸しと無処理：p<0.001

地獄蒸しに適している食品とそうでない食品があることが示唆された。

この要因を解明するために、次の項目について検討した。

### (2) 硫黄含有量

今回地獄蒸しを行った明礬温泉は硫黄泉である。参考のために、明礬温泉の噴気から製造されている「湯ノ花」の成分を表-2に示した。この表から、湯ノ花の成分の69%は硫酸化合物であることがわかる。

食品を噴気に曝すことによって生じる食品成分中の硫黄含量を測定し、図-8に結果を示した。本研究では食品の代表として、成分が比較的均一である固形ラット標準飼料を試料とし、噴気に曝す時間を、実際に地獄蒸しが行われている平均時間より長い24時間にした。この結果、有意に硫黄含量が増加した。

食品中の硫黄化合物の例として、ねぎ類や大根中に含まれているイソチオシアネート類があり、独特の辛味と香りを醸し出している。地獄蒸し食品の場合も、硫黄成分が何らかの形で味や香りに関わっている可能性が考えられるが、硫黄が地獄蒸し食品に塩として食品表面に付着しているだけなのか、あるいは食品成分中の塩基性の部分とイオン結合または共有結合というような化学結合をしているのかは本実験だけでは不明であり、今後の課題である。

### (3) 温度変化

さつまいもについて、中心の温度変化を測定し、図-9に示した。どの温度においても地獄蒸しと一般蒸しの間には、有意差が認められなかった。通常、温泉噴気の温度は98~100℃なので、水蒸気を使っている一般蒸しと差がなかったものと考えられる。したがって温度の官能評価への影響は小さなものと思われる。

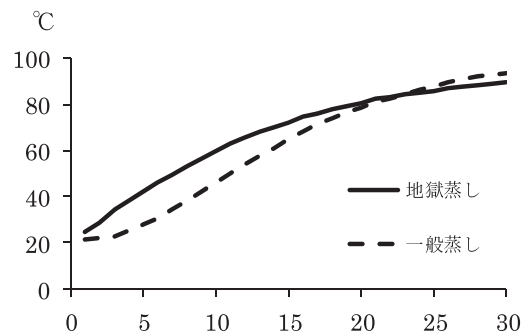


図-9 さつまいもの温変化  
 3回測定の平均値  
 各温度における有意差はない

#### (4) 重量変化

さつまいも、鶏ささみといかについて蒸す前後の重量を測定した。さつまいもと鶏ささみについては、地獄蒸しと一般蒸し間では減少量に有意差は認められなかったが、いかについては一般蒸しで有意に減少量が大きくなった(図-10)。いかの場合、重量の変化は水分含量の変化と考えられ、水分の減少により成分が濃縮され、そのために官能評価において一般蒸しの外観、色、舌触りの評価点上がる一因になっている可能性が考えられる。

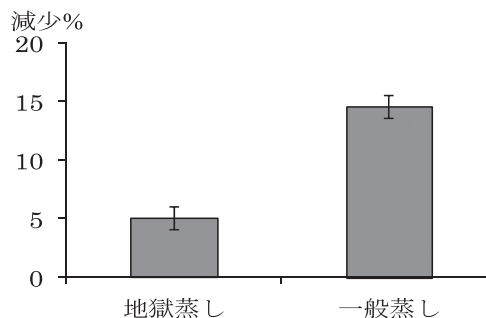


図-10 いかの重量減少量  
 平均値±S D、n=3、p<0.01

#### (5) 色相変化

官能評価において「色」の項目で地獄蒸しの評価値が有意差に高くなった鶏卵について色相変化を調べ、結果を図-11に示した。ちなみに明礬温泉では、鶏卵は10分程度のものから1昼夜というように長時間加熱するものまで、様々な蒸し時間で行われている。各時間における地獄蒸しと一般蒸し間では、有意差が認められなかった。時間毎では地獄蒸しも一般蒸しも、10分、30分間蒸しには有意差は認められなかったが、10分、30分と60分、10分、30分と300分間、30分と60分間、60分と300分間でいずれも有意差が認められ、300分蒸しでは明らかに茶色に変化した。

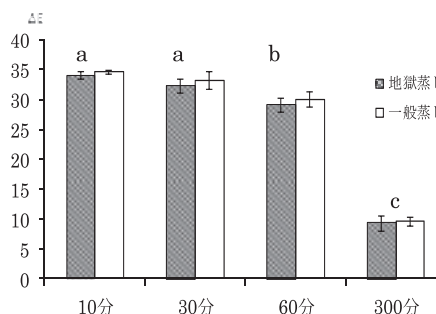


図-11 鶏卵(卵白)の色相変化  
 平均値±S D、n=3、異なるアルファベット間には有意差がある。

色相変化はたんぱく質、ペプチド、アミノ酸、アミンのような物質中のアミノ基と、糖類中のカルボニル基が反応する、いわゆるアミノカルボニル反応(メイラード反応)に関係していると考えられる。地獄蒸しも一般蒸しの加熱温度はどちらも100℃付近であることから、同様に反応が起こっているものと推測される。色測色差計を使つての測定と官能評価結果が異なってしまった原因は不明である。

#### (6) 食品成分との関係

官能評価結果を見ると、食品により評価が一定せず、高くなったり低くなったりしていることから、検査項目と食品の成分が関係しているのではないかと推測した。今回は食品成分の中の3大栄養素に注目し、これらの栄養素と官能検査結果との相関関係を調べた。なお栄養素含量は食品成分表<sup>9)</sup>の値を用いて横軸に示し、縦軸はそれぞれの食品に対する地獄蒸しの評価の平均値を示した。

脂質と官能評価項目について、相関関係を図-12に示した。脂質含量の最も高いのは鶏卵である。「外観」とは弱い正の相関関係が、「色」では正の、「香り」では負のかなり高い相関関係が認められた。いずれも脂質と噴気成分中の還元状態の硫黄が関係し合つて、影響したものと推察される。

たんぱく質との相関関係を図-13に示した。たんぱく質は「塩味」と正のかなり強い相関が認

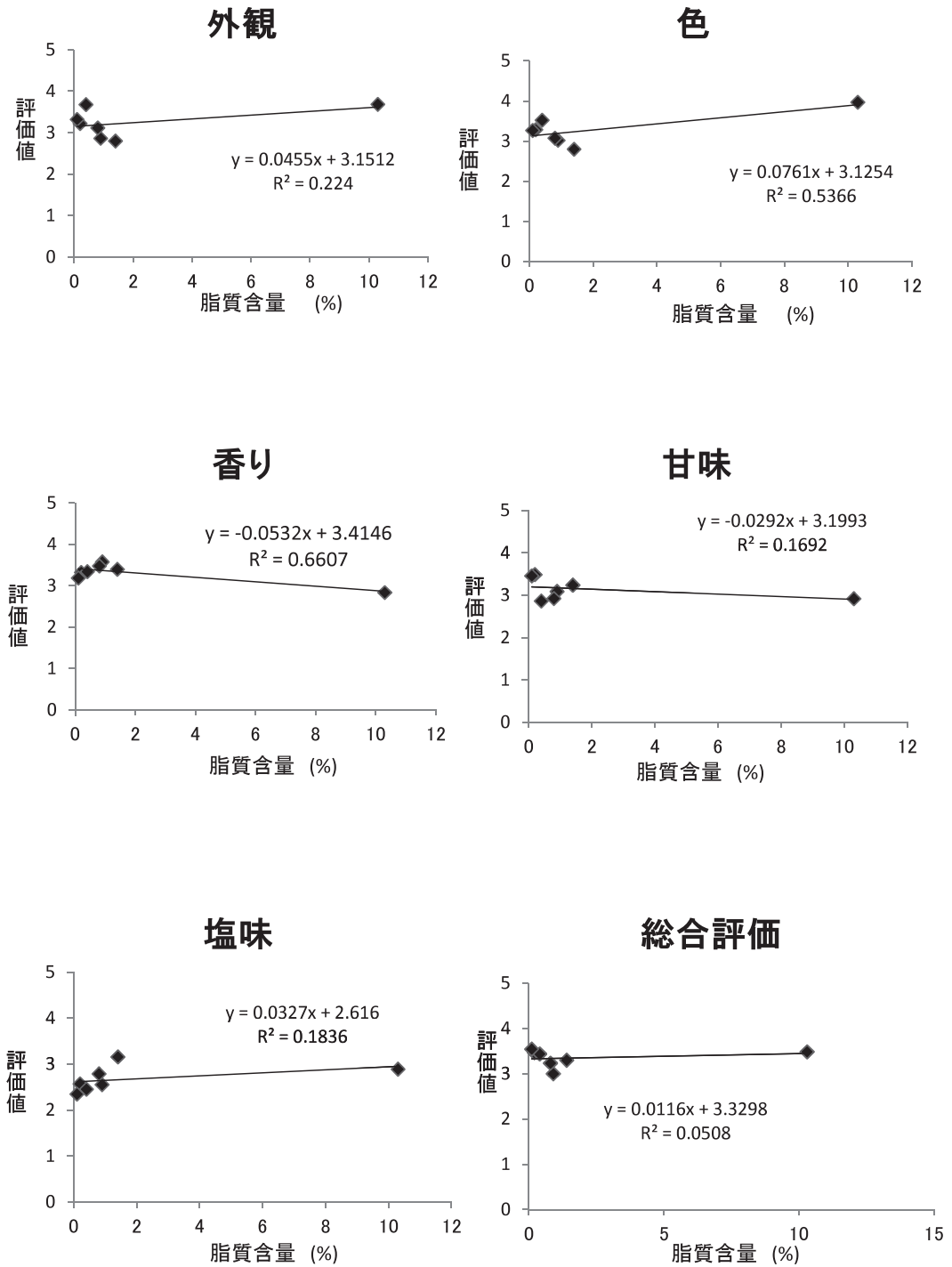


図-12 脂質含量と評価点の相関関係

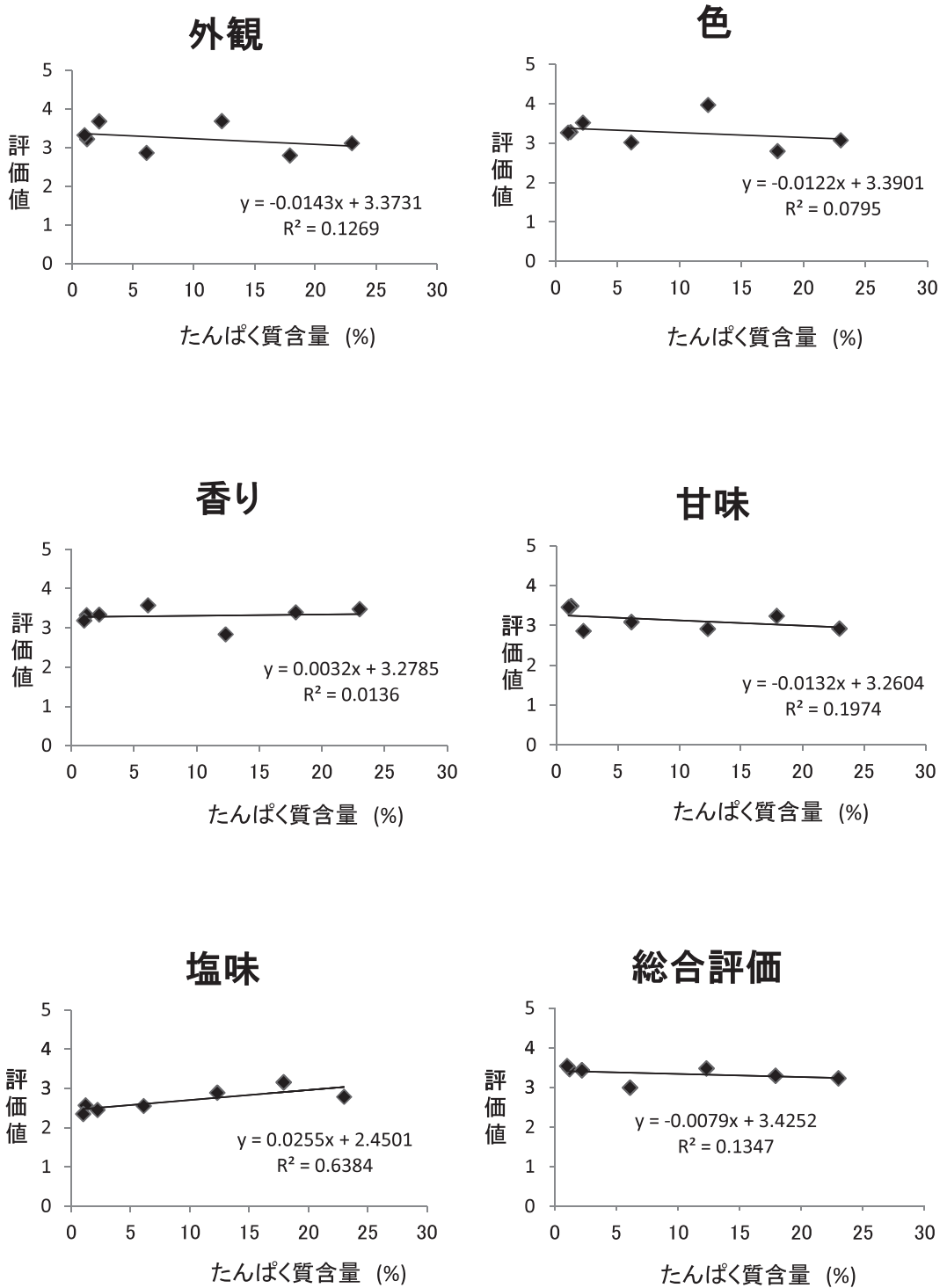


図-13 たんぱく質含量と評価値の相関関係



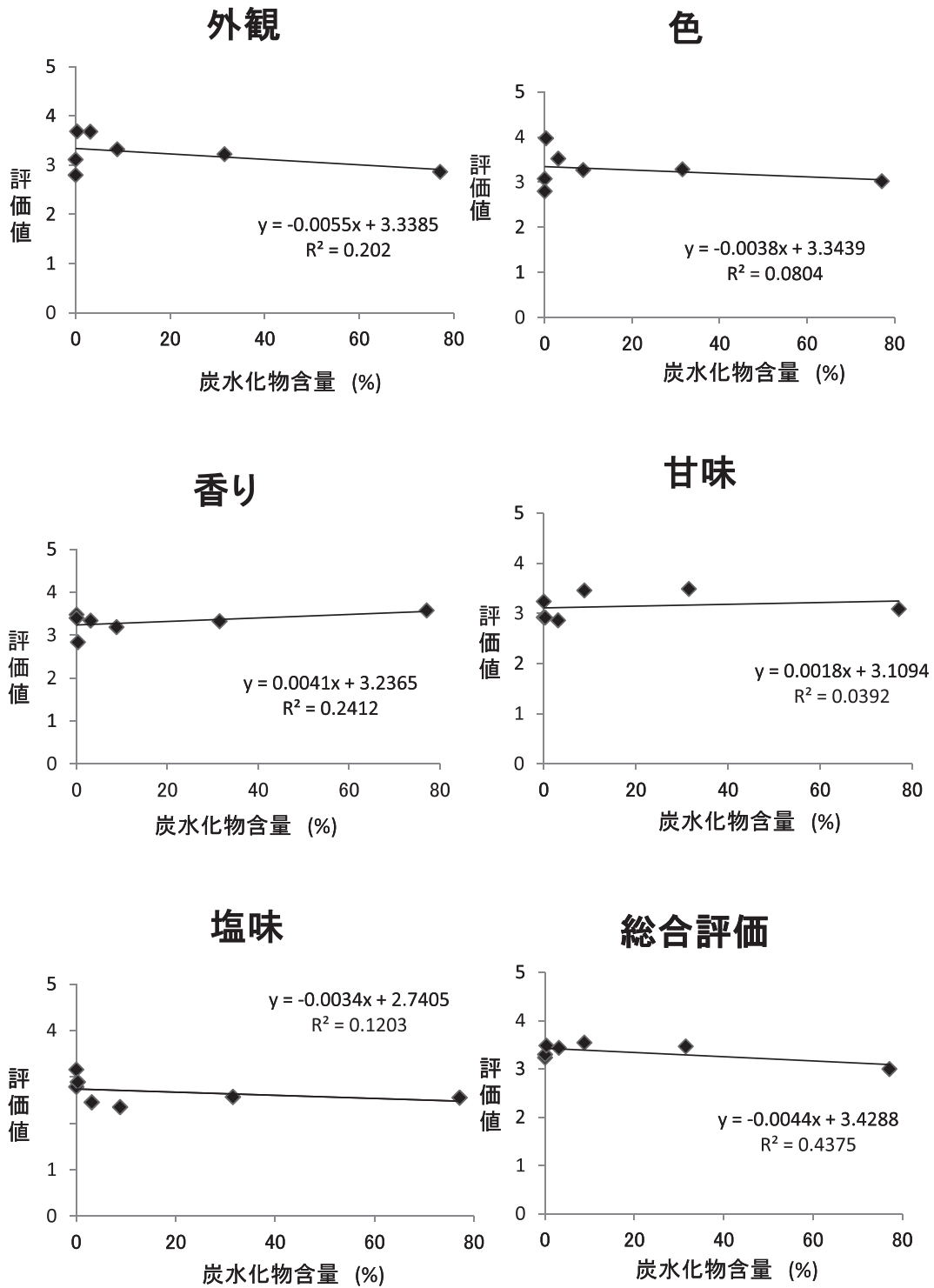


図-14 炭水化物含量と評価値の相関関係

められた。しかし今回使用した食品中のたんぱく質含量と塩分含量の相関を調べると、両者間の相関係数は  $R^2=0.191$  となり、強い相関が認められないことから、食品中の塩分含量を反映しているものではないことが推測される。しかし表-2に示したように、「湯ノ花」の主な成分は硫酸塩であり、噴気中には水蒸気も多く含まれていることから、噴気成分の一部がイオン化したたんぱく質の塩基性側鎖と塩を形成し、口中に入ったときに何らかの味として感じ取っている可能性は考えられる。

炭水化物との相関関係を図-14に示した。「外観」とは負の弱い相関が、「香り」とは弱い正の相関が、「総合評価」とは中程度の負の相関が認められた。今回の実験だけではこれらのメカニズムを解明すること困難であり、これからの課題である。

以上のように、地獄蒸し食品と官能評価項目間にいくつかの相関関係が認められ、これらは食品中の成分と噴気中の成分が何らかの相互作用をした結果と考えられる。詳細については、食品の成分と噴気成分間の詳細な相互作用や化学反応まで考察する必要がある。

## まとめ

別府市の明礬温泉の噴気で食品を蒸し、官能検査を行った。その結果、使用した食品で一般蒸しと比較して評価値が上がったものがある反面、変化しないもの、逆にいくつかの項目で下がってしまったものもあった。このことから地獄蒸しをすることにより全ての食品が好ましいものになるのではなく、地獄蒸しに適している食品と、そうでない食品があることが判明した。

食味が変化する要因として、蒸し温度に関しては地獄蒸しと一般蒸しとは有意差がなく、したがって地獄蒸し食品の違いの要因とは考えにくい。しかしいかの例のように、蒸している間の重量変化は重要な要因と推測される。

食品成分と官能評価の質問項目間には関係があるのではないかと考え、食品中の成分と官能検査評価値間の相関関係を調べた。その結果、脂質含量と香りの間には強い負の相関が、たんぱく質含量と塩味間では強い正の相関が認められた。噴気中に存在する硫化水素、硫酸イオンや金属イオンは、一般蒸しと最も異なる成分であり、これらが食品成分と何らかの相互作用をして、官能評価値に影響を及ぼしているものと推測される。どのような形で影響しているのかは、今後究明されなければならない課題である。

## 謝辞

本実験を行うに当たり、地獄釜を提供していただきました明礬温泉「岡本屋」岩瀬公男会長、アドバイスをいただいた大分大学工学部 大賀 恭 教授に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 豊後風土記
- 2) 伊予国風土記
- 3) 中嶋加代子, 岸本律子, 玄米炊飯における「地獄蒸し釜」の利用, 別府大学短期大学部紀要, 31, 133-139, 2012
- 4) 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

- 5) 仙波ら, 別府地獄蒸し食品のアンチエイジング効果に関する研究, 別府大学紀要, 54, 115-121, 2013
- 6) 中嶋加代子, 地獄蒸し釜で炊いた米飯の食味, 日本調理学会誌, 37, p329-332, 2004
- 7) 島田淳巳, 三上由佳, 小野智絵, 星野隆, 西澤千恵子, 日本調理科学会研究発表会要旨集, p41, 2009
- 8) 明礬温泉岡本屋 パンフレット
- 9) 新カラーチャート食品成分表, 教育図書, 2013