

## 味噌の種類がエスプーマ米粥の品質および嗜好性に与える影響

駒込 乃莉子<sup>†1</sup> 小泉 昌子<sup>†1,2</sup> 和田 涼子<sup>†1</sup> 峯木 眞知子<sup>†2</sup>

(令和3年12月4日査読受理日)

### Effects of different types of Miso on the quality and palatability of Espuma rice porridge

Komagome, Noriko Koizumi, Akiko. Wada, Ryoko. Mineki, Machiko.

(Accepted for publication 4 December, 2021)

#### 要約

日本人の嗜好に合ったエスプーマ米粥を調製するために4種の味噌を調味料として添加し、その品質および嗜好性を検討した。その結果、以下のことが結論付けられた。1) 密度は八丁味噌を除く味噌の添加で低くなった。2) エスプーマの離水量は味噌添加の影響が判断できなかった。3) テクスチャー特性は調製直後試料では味噌添加でエスプーマの泡をかたくし、凝集性を低くした。調製後30分試料では味噌の種類が影響した。調製した試料は、えん下困難者用食品の許可基準の規格基準Ⅲを満たした。4) 泡の構造では、味噌添加はエスプーマの泡を小さくし、味噌の種類により泡の形状が異なった。泡の断面積は泡の密度とかたさが強く関連した。5) 官能評価は、八丁味噌を除く味噌添加試料が好まれた。以上、それぞれの地域で嗜好に合ったエスプーマ米粥として利用できると考える。

#### Abstract

To prepare Espuma rice porridge that suits Japanese people's taste, we examined the quality and palatability of Espuma rice porridge preparations to which four different kinds of Miso were added as seasoning.

The results showed: 1) The addition of Miso decreased the density of rice porridge except for Hatcho-Miso. 2) The effect of the addition of Miso on the amount of syneresis in Espuma rice porridge could not be determined. 3) As to the texture properties of the samples immediately after preparation, the addition of Miso increased the consistency of and decreased the cohesiveness of foams generated by the Espuma technique. In the samples 30 minutes after preparation, the types of Miso showed differences. The prepared samples satisfied the Standard III of Authorization Criteria for foods for people with difficulty in swallowing. 4) As for the foam structure, the addition of Miso reduced the size of Espuma-generated foams, and the foam shape was different depending on the type of Miso used. The cross-sectional area of the foam was closely related to the density and consistency of the foams. 5) In sensory evaluation, the samples containing different types of Miso were liked, except for the one containing Hatcho-Miso. These results suggest that Miso can be used to prepare Espuma rice porridge that suits taste of people in different regions.

キーワード: エスプーマ, 米粥, 味噌, テクスチャー特性, 組織構造

Key words: Espuma, rice porridge, Miso, texture properties, microstructure

## 1. 緒言

エスプーマは、サイフォンと呼ばれる加圧容器と二酸化炭素または亜酸化窒素ガスを用いて、液体に圧力を加えながら空気を含ませて作られる軽い泡の料理のことである<sup>1) 2)</sup>。食材に多くの気泡を含ませ口どけのよい泡状食を作り、その泡は咀嚼する必要がないことから咀嚼力が低下した高齢者や障がい者の食事に応用することを考えた。

令和2年(2020)人口動態統計月報年計(概数)の概況<sup>3)</sup>によると、誤嚥性肺炎を死因とする者は約4万人で死因順位の第6位と報告されている。そのため、安心・安全な食事を提供することは誤嚥性肺炎の予防に重要な課題である。

著者ら<sup>4)9)</sup>は、嚥下食として不向きな食材でエスプーマ食

を作ることができれば、咀嚼力や嚥下力の低下した高齢者の食事の幅が広がることを期待して、エスプーマ食を日本で普及させることを検討してきた。エスプーマ食のパン粥や米粥を検討した結果、エスプーマ食はクリームを使用しているため、通常の米粥より高エネルギー食で、泡の保持状態もよく、テクスチャーもえん下困難者用食品の許可基準の規格基準Ⅲを満たした。また、健常な高齢者がそのエスプーマ食をのみ込む様子を嚥下内視鏡検査(VE)で観察し、安全性も確認した<sup>7)9)</sup>。これらの結果より、エスプーマ食は高齢者の誤嚥性肺炎を予防し安全で美味しく栄養摂取できる食事であり、栄養状態や食べる楽しみを高めることでQOLの維持・向上に繋がることが期待できる。

しかし、エスプーマ法を利用した高齢者食に関する報告はまだ少ない<sup>10-14)</sup>。エスプーマ食の凝固剤としては、主に

†1 東京家政大学栄養学科

†2 東京家政大学大学院共同研究講座タマゴのおいしさ研究所

クリームが用いられるが、食味がよくない。そこで、米粥の風味を保ち、日本人の嗜好にあった米粥を調製するために、日本独特の調味料である味噌を添加し、検討することにした。

味噌は古来より日本人になじみのある調味料であり、各地で特徴が異なる味噌が作られ消費されている。本実験では、関東以北とほぼ全国各地で食されている仙台味噌、中京地方で食されている八丁味噌、主に関西地方で食されている西京味噌、四国、九州、中国地方で食されている麦味噌の4種類を選択した。これらの味噌は、色や風味が特徴的であるため、これらの味噌を配合して調製した米粥には異なる特徴がみられると推測した。味噌は調味料として用いられるほか、保存食<sup>15)</sup>、マスキング効果およびコロイド粒子を形成し口当たりを向上させる効果<sup>16)</sup>などが知られている。そこで、本研究では、味噌の種類が異なるエスプーマ米粥を調製し、品質および嗜好特性を検討した。

## 2. 方法

### 2.1 材料

材料は飯(市販名サトウのご飯 / サトウ食品工業(株)製)、脱脂粉乳(市販名北海道スキムミルク / 雪印メグミルク(株)製、以下スキムミルク)、クリーム(市販名ホイップ 植物性脂肪 / 雪印メグミルク(株)製)を用いた。クリームは、乳などを主体とし、栄養成分表示には無脂乳固形分: 3.5% / 植物性脂肪分: 40.0%で、内容物に植物油、乳製品 / 乳化剤、メタリン酸Na、香料、安定剤(増粘多糖類)を含むものである。また、牛乳の主成分である生乳は季節によりその成分が変動する<sup>17)</sup>ため、本研究では牛乳の代わりに成分変化がなく、安価なスキムミルクを用いた。調味料は、味噌と上白糖(三井製糖(株))を使用した。

味噌 4 種は仙台味噌(市販名仙台味噌 / 仙台味噌醤油(株))、八丁味噌(市販名国産大豆使用八丁味噌銀袋(筒) / 八

丁味噌)、西京味噌(市販名西京白みそ / (株)西京味噌)、麦味噌(市販名国産原料無添加麦 / フンドーキン醤油(株))を用いた。

仙台味噌は大豆と米を主原料とし赤色で塩分 13.0%、八丁味噌は大豆を主原料とし色や味が濃く塩分 11.4%、西京味噌は米と大豆を主原料とし甘味が強く白色で塩分 4.9%、麦味噌は大麦と大豆を主原料とし風味が強く塩分 10.4%である(表1)。味噌の栄養成分は、材料のパッケージに記載の値で表示した。栄養成分からの特徴をみると、八丁味噌はたんぱく質量・脂質量が多く、西京味噌はたんぱく質量・脂質量が低く、炭水化物量が高い。また、麦味噌は、脂質量が低く、炭水化物量が西京味噌に次いで多かった。

### 2.2 試料調製

試料の配合は既報<sup>9)</sup>を参考に、予備実験より飯 20 g、スキムミルク液 54 g (以下ミルク液)、クリーム 40 g、砂糖 5 g、味噌 4.2~9.8 g (塩分 0.4%) で配合した(表1)。スキムミルクは8倍の水で溶かしてミルク液として使用した。味噌は全体量に対して塩分量が0.4%となるように配合した<sup>9)</sup>。対照試料は全体量に対して0.4%の塩分濃度となるよう食塩 0.5 g を配合した。塩分量は前報<sup>6), 9)</sup>に準じた。

対照試料を T、仙台味噌を添加した試料を S、八丁味噌を添加した試料を H、西京味噌を添加した試料を K、麦味噌を添加した試料を M と表示した。

米粥の調製は飯 20 g を電子レンジ(SN-860LA-S、東京ガス(株))で 600W 2 分間加熱し、ミルク液と共に、ミキサー(TM8200、(株)TESCOM)で1分間破碎・攪拌(12,000回転/分)した。次に味噌、砂糖を加えゴムベラで30秒間攪拌した後、クリームを加えゴムベラで30秒間攪拌した(エスプーマ前試料)。これを100 g エスプーマ用ディスペンサー(アドバンスディスペンサーTAH-C (700 ml)、東邦アセチレン(株))に計量し、エスプーマアドバンス充填器(TAH-CG、東邦アセチレン(株))を用いて圧力一定になり、ガスの充填

表1 米粥の配合、材料の栄養成分および原材料

材料	試料(g)					栄養成分(100 g中)				原 材 料
	T	S	H	K	M	たんぱく質(g)	脂 質(g)	炭水化物(g)	食塩相当量(g)	
飯	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	2.1	0.0	33.9		米
スキムミルク	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	36.3	0.6	51.5		脱脂粉乳(国内製造)
クリーム	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	1.5	41.6	0.0~6.0		植物油、乳製品/乳化剤、メタリン酸Na、香料、安定剤(増粘多糖類)、カロチン色素(一部に乳成分・大豆を含む)
砂糖	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	0.0	0.0	99.3		原料糖
食 塩	0.5	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	99.1	
仙台味噌	0	4.2	0	0	0	10.7	5.3	22.2	13.0	大豆(遺伝子組換えでない)、米、食塩
八丁味噌	0	0	4.2	0	0	19.8	9.3	17.1	11.4	大豆(三河産)、食塩
西京味噌	0	0	0	9.8	0	7.3	4.0	43.7	4.9	米、大豆(遺伝子組み換えでない)、食塩/酒精
麦味噌	0	0	0	0	4.6	8.1	3.0	33.9	10.4	大麦、大豆(遺伝子組み換えでない)、食塩

音がしなくなるまで亜酸化窒素ガスを充填した。その後、上下に20回振とうし、5℃下で1時間放置後、さらに10回振とうして泡状にしたものを試料（エスプーマ後試料）とした。

### 2.3 100 kcal に相当する重量および栄養素量

栄養素量は、栄養価計算ヘルシーメーカーVer.432 R4（株式会社マッシュルームソフト）を用いて算出した。

### 2.4 密度およびオーバーラン

泡については、既報<sup>9)</sup>と同様に測定した。すなわち、調製した試料の密度<sup>9)</sup>は直径40 mm、高さ15 mmのステンレスシャーレに水を入れ、ヘラですり切った後の重量を求めた。水の密度は1 g/cm<sup>3</sup>であることから、試料の重量を水の重量で除して試料の密度 (g/cm<sup>3</sup>) を算出した<sup>18)</sup>。

エスプーマ（亜酸化窒素）により、空気を抱き込む割合を知るために、エスプーマ泡のオーバーランを次の式を用いて求めた。

オーバーラン(%) = 同容量のエスプーマ前試料の重量 / 同容量のエスプーマ後試料の重量<sup>19)</sup>

### 2.5 離水量

調製した試料10 gを漏斗（直径7.8 cm）に秤量し、60分間室温（25℃）下で分離した液を計量した。

### 2.6 pH

4種の味噌およびエスプーマ前後試料のpHは、pH試験紙（M.R.：メチルレッド、アドバンテック東洋株式会社）で測定した。

### 2.7 テクスチャー特性

テクスチャー特性は、2.4と同様のステンレスシャーレを用いて試料を充填し、レオメーター（RE2-3305B-19、山電株式会社）で、かたさ、凝集性、付着性を測定した。測定条件は、特別用途えん下困難者用食品の測定基準<sup>20)</sup>に準じた。すなわち、直径20 mm、高さ8 mmの樹脂製のプランジャーを用い、圧縮速度10 mm/sec、クリアランス5 mmで2回圧縮試験を行った。試料の放置時間は25±2℃下で0分（調製直後）、30分とし、時間毎に9回測定した。高齢者施設において、介護の必要な人の喫食時間を約30分と考え、調製後30分のテクスチャーを測定した。

### 2.8 組織構造

各試料は、調製直後の米粥を液体窒素により凍結切断し、直ちに試料台に取り付け、卓上型電子顕微鏡（TM3030plus、株式会社日立ハイテクノロジー）（以下SEM）で観察した。加速電圧10 kVとした。

観察した泡については、泡の断面積、長径、短径を画像解析ソフトにより求めた。長短軸比は短径を長径で除して求めた。

## 2.9 官能評価

本学学生および教員の女性16名（20代）をパネルとし、分析型官能評価および嗜好型官能評価を行った。試料の提供は白いプラスチック容器に試料10 gを入れて提供した。各試料の配置はランダム化し、食べる順番は指定しなかった。実施時間は空腹でも満腹でもない11時もしくは14~15時の間に行った。

分析型官能評価の項目は、米の香り、くちどけ、べとつき、やわらかさ、米の味、甘味、塩味でそれぞれの強弱を識別した。評価方法は、5段階評点法で実施し、-2：弱い、-1：やや弱い、0：どちらでもない、1：やや強い、2：強いとした。

嗜好型官能評価は別試料を提示して味の好み、総合評価を評価した。評価方法は、5段階評点法で、-2：好まない、-1：やや好まない、0：どちらでもない、1：やや好む、2：好むとした。

## 2.10 統計処理

統計処理はBell Curve for Excel（version 3.20）を用い、一元配置分散分析後Tukeyの多重比較検定を行い、有意水準は5%未満とした。テクスチャー特性の0分試料と30分試料の比較にはt検定を行い、有意水準は5%未満とした。

また、密度とオーバーラン、組織観察での泡の断面積、長短軸比、物理特性のかたさ、付着性、官能評価項目の相関は、エクセル2019のピアソン相関係数を用いた。

## 2.11 倫理的配慮

研究は、東京家政大学研究倫理委員会の承認（H30-24）を受けて実施した。官能評価のパネルは、本研究の趣旨を説明し同意を得た者のみとした。当日の体調不良者、乳製品と大豆アレルギーを有する者は参加させなかった。

## 3. 結果および考察

### 3.1 試料の栄養素量

各試料から計算された100 kcalに相当する重量および栄養素量を示した（表2）。各試料100 kcalに相当する重量は50.3~51.5 gで、たんぱく質量は2.2~2.5 g、脂質量は6.4~6.9 g、炭水化物量はK試料が高く、それ以外の試料では7.2~7.6 gであった。味噌の添加は少量のため、栄養素量に大きく影響しなかった。

表2 調製した米粥100kcalに相当する重量と栄養素量

試料	T	S	H	K	M
重量 (g)	51.5	51.3	50.9	50.3	51.3
たんぱく質 (g)	2.2	2.3	2.5	2.3	2.3
脂質 (g)	6.9	6.7	6.7	6.4	6.6
炭水化物 (g)	7.2	7.4	7.2	8.2	7.6
食塩相当量 (g)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

### 3.2 試料の密度およびオーバーラン

試料の密度 (表 3) は T および H 試料で 0.35 (g/cm<sup>3</sup>) で、S, K, M 試料 (0.30~0.31 g/cm<sup>3</sup>) において有意に低かった。

また、藤間ら<sup>10)</sup>エスプーマ納豆 (納豆量 52%) の密度は 0.67 (g/cm<sup>3</sup>) で、著者らの調製した<sup>9)</sup>エスプーマパン粥 (パン量 13%) の密度は 0.46±0.03 (g/cm<sup>3</sup>) で、米粥 (飯量 16%) の密度は 0.29±0.01 (g/cm<sup>3</sup>) であった。前回の調製した米粥とは同程度の密度であり、固形量の多いエスプーマ納豆やジャムなどを含むパン粥より軽く出来上がった。

オーバーランの値が最も高かったのは K 試料で次に S 試料であり、他の試料との間に有意差が認められた。オーバーランが高い試料の密度は低く、オーバーランが低い試料の密度は高かった。そこで、密度とオーバーランの相関を求めると、強い負の相関( $r=-0.953$ )があった。

### 3.3 試料の離水量

試料の離水量は調製直後から 60 分間測定した。その結果、いずれの試料も調製後 60 分間の離水量は 1 ml 以下であった (表 3)。

離水量が少ない理由として、既報<sup>9)</sup>において植物性クリームに含まれる乳化剤やカゼイン Na, メタリン酸 Na, 安定剤の増粘多糖類などが影響したと推測した。また、味噌が乳化剤として作用し<sup>21)</sup>、安定したエマルジョンを形成したとも推測できる。本研究においても既報<sup>9)</sup>と同様の結果を示した。よって、今回調製した試料はいずれも安定性が高いと考えられる。

### 3.4 試料の pH

味噌の pH (表 3) は最も低いのが八丁味噌の pH4.2 で、次いで仙台味噌、麦味噌、最も高いのは西京味噌の pH5.6 であった。味噌の pH については熟成に伴い低下し、淡色系味噌で pH4.9~5.2, 赤色系味噌で pH4.8~5.0 を示し、最も pH が低いのは八丁味噌、次いで、長崎味噌、仙台味噌、最も高いのは西京味噌である<sup>22)</sup>という報告がある。今回使用した味噌も同様の pH を示した。

エスプーマ前試料の pH は、いずれも 6.0~6.8 の範囲であった。八丁味噌および麦味噌の添加は味噌無添加よりも有意に pH が低い値を示した。味噌の pH がエスプーマ米粥に影響したと考える。

エスプーマ後では、いずれの試料も 5.8~6.2 でエスプーマ前より 0.1~0.6 程度低くなった。味噌添加量の多い K 試料の pH では、エスプーマ後は 0.6 も低下した。

対照試料の pH はエスプーマ前よりもエスプーマ後で有意に低下した。これは亜酸化窒素ガスの影響と考えられる。

### 3.5 試料のテクスチャー

調製直後試料および調製後 30 分試料のかたさ、凝集性、附着性を表 4 に示した。

調製直後のかたさは T 試料と比較して味噌添加試料 (S, H, K, M 試料) において有意に高かった。凝集性は T 試料と比較して S, K, M 試料において有意に低く、H 試料とは差がなかった。附着性は T 試料と比較して M 試料において有意に高かった。したがって、味噌の添加は試料をかたくし、味噌による違いはあるが凝集性を低くし、上あごでつぶしやすくするといえる。

調製後 30 分のかたさは T 試料と比較して、H, M 試料において有意に高く、S, K 試料とは同程度の数値を示した。凝集性は T 試料と比較して味噌添加の 4 試料において有意に低かった。附着性は T 試料と比較して H, M 試料において高かったが、S, K 試料とは同程度であった。

表3 調製した米粥の密度、オーバーラン、離水量、pH

試料	T	S	H	K	M
密度 <sup>1)</sup>	0.35±0.04 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>b</sup>	0.35±0.03 <sup>a</sup>	0.30±0.02 <sup>b</sup>	0.31±0.02 <sup>b</sup>
オーバーラン	182±22 <sup>c</sup>	268±6 <sup>a</sup>	169±13 <sup>c</sup>	276±6 <sup>a</sup>	221±9 <sup>b</sup>
離水量 <sup>2)</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>	0.1±0.1 <sup>b</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>	0.7±0.1 <sup>a</sup>	0.1±0.1 <sup>b</sup>
pH(味噌)	—	5.4	4.2	5.6	5.4
pH(エスプーマ前) <sup>3)</sup>	6.7±0.1 <sup>ab</sup>	6.6±0.0 <sup>b</sup>	6.0±0.0 <sup>d</sup>	6.8±0.0 <sup>a</sup>	6.4±0.0 <sup>c</sup>
pH(エスプーマ後) <sup>3)</sup>	6.2±0.0	6.2±0.0	5.8±0.0	6.2±0.0	6.2±0.0

値は平均値±標準偏差 a, b, c, d: 測定項目別試料間に有意差あり ( $p<0.05$ )

1) 密度(g/cm<sup>3</sup>): n=9 2) 離水量(ml): n=3 3) pH:n=3



表4 調製した米粥のテクスチャー特性

調製直後試料	T	S	H	K	M
かたさ(応力) $\times 10^2$ [Pa]	4.04 $\pm$ 0.65 <sup>b</sup>	4.92 $\pm$ 0.57 <sup>a</sup>	5.11 $\pm$ 0.86 <sup>a</sup>	5.04 $\pm$ 0.32 <sup>a</sup>	5.73 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>
凝集性	0.86 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.82 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup>	0.75 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.78 $\pm$ 0.02 <sup>bc</sup>
付着性 $\times 10^3$ [J/m <sup>3</sup> ]	0.11 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.15 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup>	0.14 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup>	0.15 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup>	0.16 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>
調製後30分試料	T	S	H	K	M
かたさ(応力) $\times 10^2$ [Pa]	4.65 $\pm$ 0.86 <sup>c</sup>	3.68 $\pm$ 0.42 <sup>c</sup>	7.51 $\pm$ 0.85 <sup>a</sup>	4.70 $\pm$ 0.66 <sup>c</sup>	6.32 $\pm$ 1.10 <sup>b</sup>
凝集性	0.87 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	0.65 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	0.71 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	0.63 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	0.62 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>
付着性 $\times 10^3$ [J/m <sup>3</sup> ]	0.11 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.10 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.17 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.12 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.15 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>

a, b, c: 調製時間項目別の試料間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

調製直後試料と調製後30分試料を比較すると、T試料はテクスチャーに有意差が認められなかった。

それに対して味噌を添加した調製後30分試料のかたさにおいては、S試料が有意に低く、H試料が有意に高くなった(いずれも  $p < 0.001$ )。すなわち、仙台味噌の添加でかたさが調製後30分で低下し、八丁味噌の添加では増加した。また、調製後30分の凝集性は、味噌添加試料で有意に低下した(いずれも  $p < 0.001$ )。調製後30分の付着性はS、K試料で有意に低かった(いずれも  $p < 0.05$ )。仙台味噌、西京味噌の添加で減少した。S試料は調製直後より調製後30分試料でかたさ、凝集性、付着性の値が有意に低下し、テクスチャーが特に変化した。また、H試料は調製直後から30分間でかたさと付着性の値が有意に高くなった。仙台味噌および八丁味噌の添加は他の試料と異なる特性を示した。

味噌のテクスチャーに及ぼす影響は糖質の含有量によるものが大きく、麴味噌のように糖含有量の多い味噌は粘度の増大と硬度の低下が著しいと報告がある<sup>23)</sup>。また、大豆を主原料とする豆味噌は糖濃度が低く、合わせ味噌や白味噌に比べて豆味噌は有意にかたく、凝集性が弱い<sup>24)</sup>。しかし、今回の結果では味噌の添加量が少量であったため、味噌に含まれる糖質量やたんぱく質の影響は少なかったものと考えられる。

味噌の添加の有無、種類の違いによりテクスチャー特性は異なるが、いずれの試料(調製直後、調製後30分)も、えん下困難者用食品の許可基準の規格基準Ⅲ(かたさ:  $3 \times 10^2 \sim 2 \times 10^4$  Pa, 凝集性: 設定なし, 付着性:  $1.5 \times 10^3$  J/m<sup>3</sup>以下)を満たした。従って、調製後30分の間に食べる場合には、好ましい状態で提供できることがわかった。

### 3.6 試料の組織構造

調製した試料をSEMにより観察した結果を図1に示した。味噌を添加していないT試料の泡を示す空隙は他の試料より大きく、連続層は太い部分と細い部分がみられ、泡が充満している様子が観察された。H試料の泡は大きく、ばらつきも大きく不均一な構造を示した。H試料を除く味噌添加試料は、いずれの泡も小さかった。特にM試料の泡

の大きさは小さくそろっていて均一にみえ、形状は多面形もあるようにみえる。K試料の泡は、M試料やS試料より形状がやや丸く見えるので、やわらかいことが考えられる。

そこで、これらより気泡の断面積と形状(長径、短径、長短軸比)を画像計測し、結果を表5に示した。T試料の気泡の断面積、長径、短径は、味噌添加の4試料より有意に大きかった。したがって、味噌添加は、エスプーマの泡を小さくした。

味噌の違いによる構造の差異を見ると、H試料の泡の断面積が大きく、M試料の泡が小さかった。味噌の種類により泡の形状が異なった。長径と短径をみると、S試料とM試料の平均値および標準偏差値が小さいことから、均一の小さな泡で構成されているのがわかる。

これらの組織観察の結果とテクスチャーの関連をピアソンの相関係数を調べると、泡の断面積には泡のかたさが正の相関を示し( $r = 0.628$ )、密度は強い正の相関を示した( $r = 0.894$ )。

つまり、泡の断面積が大きいほど、エスプーマの泡がやわらかく、密度が高い。また、長短軸比はわずかな差であったが、かたさ( $r = 0.582$ )、付着性( $r = 0.686$ )に関連が認められた。つまり、泡の形状が真円に近いほどエスプーマの泡はかたく、付着性が高いと考えられた。

### 3.7 試料の官能評価

味噌添加4試料についての分析型官能評価の結果を表6に示した。

「米の香り」の強さでは、S試料が+点であったが、いずれの試料間にも、有意差がなかった。

「くちどけ」の強さでは、S、K試料はH試料と比較して有意に強いと識別された。エスプーマの特徴であるくちどけにおいてH試料は一点を示した。

「べとつき」の強さでは、H試料はK試料と比較して有意に強いと識別された。

「やわらかさ」の強さではK試料はH試料と比較して有意に強いと識別された。

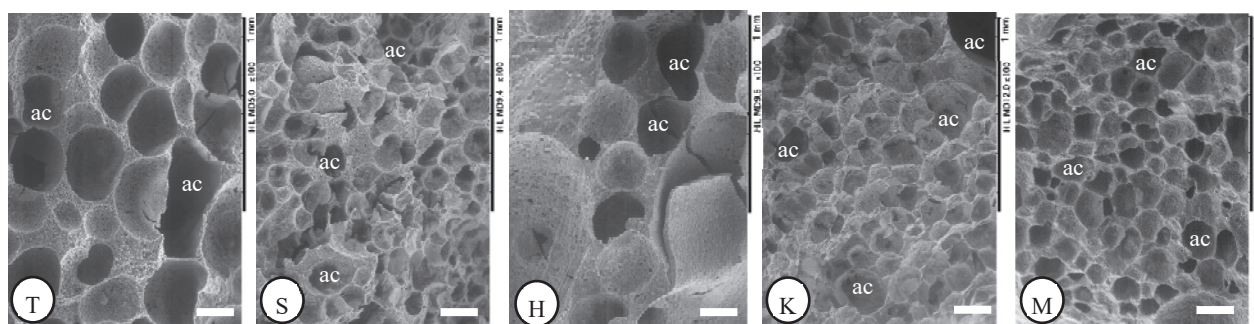


図1 味噌の種類異なる米粥のエスプーマ像

T: 対象味噌無添加試料 S: 仙台味噌添加試料 H: 八丁味噌添加試料 S: 西京味噌添加試料 M: 麦味噌添加試料  
ac: 泡の一部  $\mu$ 尺は 200  $\mu$ m

表5 SEM画像の解析結果

	T	S	H	K	M
泡の断面積( $\mu\text{m}^2$ )	57906 <sup>a</sup>	11894 <sup>cd</sup>	37736 <sup>b</sup>	18551 <sup>c</sup>	9676 <sup>d</sup>
長径( $\mu\text{m}$ )	298 $\pm$ 67 <sup>a</sup>	136 $\pm$ 45 <sup>cd</sup>	226 $\pm$ 93 <sup>b</sup>	170 $\pm$ 47 <sup>c</sup>	115 $\pm$ 48 <sup>d</sup>
短径( $\mu\text{m}$ )	245 $\pm$ 50 <sup>a</sup>	114 $\pm$ 35 <sup>cd</sup>	191 $\pm$ 75 <sup>b</sup>	145 $\pm$ 46 <sup>c</sup>	99 $\pm$ 43 <sup>d</sup>
長短軸比( $\mu\text{m}$ )	831 $\pm$ 102	850 $\pm$ 86	855 $\pm$ 107	852 $\pm$ 109	858 $\pm$ 100

a, b, c, d: 各項目の試料の異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

n数は, T: n=59, S: n=29, H: n=35, K: n=54, M: n=73

表6 調製した米粥の分析型官能評価

試料	S	H	K	M
米の香り	0.3 $\pm$ 1.3	-0.8 $\pm$ 1.1	-0.7 $\pm$ 1.1	-0.3 $\pm$ 1.1
くちどけ	0.9 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>	-0.4 $\pm$ 1.0 <sup>b</sup>	1.4 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	0.5 $\pm$ 1.2 <sup>ab</sup>
べとつき	-0.3 $\pm$ 1.1 <sup>ab</sup>	0.7 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>	-0.9 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>	-0.4 $\pm$ 1.3 <sup>ab</sup>
やわらかさ	1.1 $\pm$ 1.1 <sup>ab</sup>	0.8 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	1.7 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	1.3 $\pm$ 0.5 <sup>ab</sup>
米の味	0.1 $\pm$ 1.5	-1.2 $\pm$ 1.0	-0.9 $\pm$ 1.2	-0.2 $\pm$ 1.5
甘味	1.2 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	0.2 $\pm$ 1.1 <sup>c</sup>	1.8 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	0.9 $\pm$ 0.9 <sup>abc</sup>
塩味	0.7 $\pm$ 0.9 <sup>ab</sup>	0.9 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>	0.0 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	0.5 $\pm$ 0.8 <sup>ab</sup>

1) 値は平均値  $\pm$  標準偏差 2) パネリスト16名 3) a, b, c間で有意差有 ( $p < 0.05$ )

「米の味」の強さでは試料間に有意差が認められなかった。

「甘味」の強さでは, K 試料が最も高い評点で, H 試料より有意に甘く, 「塩味」の強さでは逆に H 試料が高く, K 試料より有意に塩味が濃いと識別された。塩味については, 全体の 0.4% で調製したが, 甘味とのバランスや泡の大きさによる物理的性状により, 違いが生じたと考えられる。また, 八丁味噌は西京味噌よりも明度が低く暗い色をしており味が濃く感じられたと考えられる。

米粥として米の味, 米の香りは重要な要素であるが, S 試料を除く他の試料ではマイナス点で弱くと識別された。今後さらに米の風味を強く感じられる配合を検討する必要がある。

嗜好型官能評価の「総合評価」では, S 試料は 0.6  $\pm$  1.5 で, K 試料は 0.9  $\pm$  0.8, M 試料は 0.7  $\pm$  1.2 のどちらでもないの 3 点以上で好まれた。しかし, H 試料は他の試料より低い評価で (-0.6  $\pm$  1.0) 好まれていなかった。総合評価に大きく影響した項目は, 口どけ感の強さ ( $r = 0.922$ ) とべとつき感の強さ ( $r = -0.963$ ) であった。H 試料は他の試料と比較してくちどけ, やわらかさ, 甘味が弱く, べとつきが強いと識別され, 嗜好型官能評価 (総合評価) でも H 試料は密度が高く, 気泡が大きく少ないことがくちどけの悪さに影響したと考える。

## 4. 結論

日本人の嗜好に合ったエスプーマ米粥を調製するために4種の味噌を調味料として添加し、その品質および嗜好性を検討した。その結果、以下のことが結論付けられた。

- 1) 密度とオーバーランには負の相関( $r=-0.953$ )があった。
- 2) エスプーマの離水量は、いずれの試料も調製後60分間1ml以下で安定しており、味噌添加の影響は判断できなかった。
- 3) テクスチャー特性は、味噌の添加が試料をかたくし、味噌による違いはあるが、凝集性を低くし、上あごでつぶしやすくするといえる。味噌の種類による違いをみると、調製直後では、4試料間にかたさと付着性に有意な違いはなく、凝集性は八丁味噌を添加した試料が高かった。調製後30分のテクスチャーでは、八丁味噌、麦味噌の添加は、他の味噌と異なる特徴を示すことが分かった。いずれの試料(調製直後、調製30分後)も、えん下困難者用食品の許可基準の規格基準Ⅲを満たしていたので、問題なく食べられると考える。
- 4) 組織構造では、味噌の添加は、エスプーマの泡を小さく

し、味噌の種類により泡の形状が異なった。泡の断面積が大きいほど、エスプーマの泡がやわらかく、密度が高い。また、泡の形状が真円に近いほどエスプーマの泡はかたく、付着性が高いと考えられた。

5) 官能評価では、八丁味噌を添加した試料以外は、いずれも好まれた。米の香りや米の味の項目では、仙台味噌を添加した試料のみが十点であったが、他の試料との間に有意差はなかった。米の香りや味については、さらに今後の課題になる。八丁味噌の添加は風味が強いが、くちどけが悪くべとつくため、好まれなかったため、さらに配合量などを工夫する必要がある。

以上、それぞれの地域で嗜好に合ったエスプーマ米粥として利用できるかと考える。

## 謝辞

この研究を進めるにあたりご指導賜りました、加藤和子先生に御礼申し上げます。官能評価にご協力いただいた皆様にも感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省 / 令和2年(2020)人口動態統計月報年計(概数)の概況  
[https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai20/dl/kekka.pdf\(20210712\)](https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai20/dl/kekka.pdf(20210712))
- 2) 渡辺万里: エル・ブジ至極のレシピ集, フェラン・アドリア, ㈱日本文芸社, 東京, pp.1-125(2000)
- 3) 厚生労働省 / 令和2年(2020)人口動態統計月報年計(概数)の概況  
[https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai20/dl/kekka.pdf\(20210712\)](https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai20/dl/kekka.pdf(20210712))
- 4) 駒込乃莉子, 山本菜美, 池谷実紀, 中山菜里, 島村綾, 和田涼子, 峯木真知子: エスプーマ調理法による高齢者向け米粥の調製, 一般社団法人日本家政学会研究発表要旨集, Vol.70, p.153(2018)
- 5) 駒込乃莉子, 小泉昌子, 加藤和子, 峯木真知子: エスプーマ調理法により調製した高齢者向け米粥におよぼす味噌の影響, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.30, p.52(2018)
- 6) 駒込乃莉子, 山本菜美, 和田涼子, 峯木真知子: 高齢者向きエスプーマ調理法による泡状パン粥の調製, 東京家政大学研究紀要2自然科学, Vol.59, pp.27-32(2019)
- 7) 駒込乃莉子, 山本菜美, 和田涼子, 加藤和子, 峯木真知子: エスプーマ調理法による米ゲルを用いた泡米粥の調理特性, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.31, p.73(2019)
- 8) 小泉和子, 小泉昌子, 和田涼子, 峯木真知子: クリームの温度がエスプーマ法による魚料理に及ぼす影響, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.31, p.46(2019)
- 9) 駒込乃莉子, 和田涼子, 峯木真知子, エスプーマ法で調理した米粥の特性, 日本調理科学会誌, Vol.54, pp.91-98(2021)
- 10) 藤間紀明, 山村千絵: エスプーマ調理器で泡状に加工した納豆の咀嚼・嚥下特性—テクスチャー検査と官能検査—, 日本咀嚼学会雑誌, Vol.122, pp.113-121(2012)
- 11) 富永美穂子, 富永眞美, 湯浅正洋: 牛乳・発酵乳および豆乳・発酵乳エスプーマの物理的特徴, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.29, p.66(2017)
- 12) 富永美穂子, 中野綾香, 富永眞美, 湯浅正洋: 牛乳・乳製品エスプーマの物性と嗜好性, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.30, p.61(2018)
- 13) 富永美穂子, 中野綾香, 富永眞美, 湯浅正洋: 凍結発酵乳エスプーマの物性と嗜好性, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.31, p.65(2019)
- 14) 濱渡久美, 長谷川莉子, 石川伸一: 豆乳および牛乳エスプーマへの増粘剤添加が物理化学および官能特性に及ぼす影響, 日本調理科学会大会研究発表要旨集, Vol.31, p.80(2019)
- 15) 宮尾茂雄: 日本の漬物, 東京都立食品技術センター研究報告, Vol.12, pp.20-40(2003)
- 16) 太田静行: 魚の生臭さとその抑臭, 油化学, Vol.29, pp.469-488(1980)
- 17) 津田栄三: 生乳の乳脂率の季節変動について, 石川県農業短期大学研究報告書, Vol.11, pp.39-44(1981)
- 18) 綾部園子, 大石京子, 小口悦子, 児玉ひろみ, 西念幸恵, 柴田恵子, 渋川祥子, 豊満美峰子, 松本美鈴, 峯木真知子, 宮下ひろみ, 吉田真美: IV章, 調理科学実験 改訂新版, 今井悦子, 柳沢幸恵, アイ・ケイコーポレーション, 東京, p.114(2016)
- 19) 河村フジ子: 第2章, 系統的調理学, 宮原佑弘, 家政教育社, p.171(1985)
- 20) 消費者庁 / 別添特別用途食品表示許可基準並びに特別用途食品の取扱い及び指導要領  
[https://www.caa.go.jp/policies/policy/food\\_labeling/health\\_promotion/pdf/food\\_labeling\\_cms206\\_190924\\_01.pdf](https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/health_promotion/pdf/food_labeling_cms206_190924_01.pdf), (2019/12/27)
- 21) 佐藤恵美子, 立山千草, 本間伸夫, 山野善正: 味噌を乳化剤としたエマルションの分散状態, 日本家政学会誌, Vol.43, pp.159-163(1992)
- 22) 植田志摩子: 市販味噌のタンパク質・水分・食塩含量および遊離アミノ酸量について, 帯広大谷短期大学紀要, Vol.35, pp.49-55(1998)
- 23) 本藤智, 望月務: みそのテクスチャーおよび着色に及ぼす糖質の影響について, 日本食品工業学会誌, Vol.26, pp.509-513(1979)
- 24) 小出あつみ, 松本貴志子: 種類と製造方法の違いによる味噌の調理学的特徴, 名古屋女子大学紀要, Vol.65, pp.61-71(2019)