

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 6 日現在

機関番号：32623

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500739

研究課題名（和文） 嚥下流動分布の解析と誤嚥防止のための食品の力学特性の解明

研究課題名（英文） Analysis of swallowing flow and elucidation of mechanical characteristic of foods for prevention of pulmonary aspiration

## 研究代表者

森高 初恵 (MORITAKA HATSUE)

昭和女子大学・生活機構研究科・教授

研究者番号：40220074

研究成果の概要（和文）：サイズの異なる 3 種の寒天ゲルの咀嚼による破壊は、摂食前のゲルサイズによって影響を受け、増粘剤混合魚肉ソーセージでは、増粘剤の種類によって影響を受けた。口腔内での澱粉は低いずり応力と高いずり速度で、グアーガムとキサンタンガムでは高いずり応力と低いずり速度で移動し、咽頭部でのずり速度の範囲は口腔内よりも狭く、咽頭部でのずり応力の範囲は口腔内よりも広いことが示唆された。にんじんピューレ添加野菜ジュースの咽頭部での最大移動速度は、にんじんピューレの添加割合によって影響を受けた。

研究成果の概要（英文）：In three sizes of agar gels (crush gel, 3.5 mm cube gel, 15mm cube gel), the destruction by chewing was affected in the size of gel. The influence of a thickening agent on the destructive process of a fish meat sausage changed with kinds of thickening agent. The relationship between the intra-oral shear rate and shear stress revealed that potato starch had a high shear rate but low shear stress, while guar gum and xanthan gum had a low shear rate and high shear stress. The maximum velocity in the pharyngeal region of vegetable juices with carrot puree decreased with increasing carrot puree concentrations significantly.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,000,000 円	600,000 円	2,600,000 円
2011 年度	1,000,000 円	300,000 円	1,300,000 円
2012 年度	500,000 円	150,000 円	650,000 円
年度			
年度			
総計	3,500,000 円	1,050,000 円	4,550,000 円

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食塊、嚥下、咀嚼、力学特性、食塊の移動特性

## 1. 研究開始当初の背景

咀嚼・嚥下を良好に行うためには、食品のテクスチャーが重要な役割を果たし、テクスチャーを変化させることで咀嚼・嚥下は容易となる。これまで食塊の嚥下に関する報告には、VFやMRIを用いた研究や、官能評価を用いた研究等がある。しかし、VFでは被験食に造影剤を添加する

必要があり、測定に際しては被爆するなど、データの集積が難しい。食塊の嚥下に関する情報は希求されているものの、嚥下は反射による不随意運動であるため、随意的にコントロールすることは不可能であり、測定部位が露出していないため測定は困難を極める。一方、咀嚼過程についても、直接食品の破碎過程を観

察できないため、研究報告は少ない。咀嚼・嚥下に関する研究は、学問領域の異なる研究者が各々の立場から試みているが、研究の歴史は浅く、決定的な研究方法の確立には至っておらず、課題は多い。

## 2. 研究の目的

高齢化による咀嚼・嚥下障害では誤嚥性肺炎による死亡率は極めて高い。低下した機能に応じた適切な食品が選択できれば、誤嚥は低減される。誤嚥性肺炎のリスクを低減した食品開発のためには、口腔内や咽頭部での食塊の変化や動きを定量的に評価することが不可欠となる。そこで、本申請研究では、咀嚼による破壊過程を理論化し、咀嚼後の測定値を理論値へ適合させることにより咀嚼過程を評価し、咽頭部での食塊の動きを超音波パルスドップラー法にて定量化し、咽頭部と口腔内での食塊の変化や動きを合わせて総合的に評価し、咀嚼・嚥下機能低下者に適した食品・食塊の物理的性質の基礎的知見を明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

### (1) サイズの異なる寒天ゲルの咀嚼および嚥下特性

2.0%寒天ゲルの破碎ゲル、3.5±0.5mm角に切断した3.5mmゲル、15mm角に切断した15mmゲルを試料とした。1回の摂食量は4gとし、咀嚼回数は5～50回とした。被験者は顎口腔系の形態・機能の正常な20歳代の健常女性10名とし、ヘルシンキ宣言の精神に則り、昭和女子大学倫理委員会の承認を得て実施した。

咀嚼後の食塊中の食片サイズを測定し、咀嚼過程を検討するために、累積指数分布関数式①および対数正規分布関数式②、③を用いた。

$$N(s) = N_T \exp(-\lambda s) \quad \text{--- ①}$$

$$N(s) = (N_T/2) [1 - \operatorname{erf}\{\log(s/s_0)/(2\sigma)^{1/2}\}] \quad \text{--- ②}$$

$$\operatorname{erf}(x) \equiv (2/\pi^{1/2}) \int_0^x \exp(-y^2) dy \quad \text{--- ③}$$

$N_T$ は破砕片総数、 $s$ は破砕片サイズ、 $\lambda$ は正のパラメータ、 $N(s)$ は累積サイズ分布関数、 $N_T$ は破砕片総数、 $\operatorname{erf}(x)$ は誤差関数、 $\sigma$ は関連したパラメータである。

テクスチャー特性値は、直径40mm×高さ15mmの容器中の試料を、直径20mmのプランジャーで高さの66.7%まで10mm/secで2回定速圧縮して求めた。官能評価は5点尺度

法により実施した。食塊の咽頭部の移動特性値は超音波画像診断装置を用い、超音波の照射角度を食塊の流れに対して30°として、咽頭部正面中央部にて測定した。

### (2) 固体分散ゾル食塊のみかけの粘性率および咽頭部の移動速度に及ぼすゾル濃度の影響

一辺が5mm角立方体の1.5%寒天ゲルを4種の分散媒（馬鈴薯澱粉（以後、PS）、グアーガム（以後、GG）、キサンタンガム（以後、XG）、水（以後、W）中に重量割合で0、50、100%混合して試料とし、1回の摂食量は6gとした。みかけの粘度（以後、 $\eta_{app}$ ）は回転粘度計 ViscoTester VT550を用いて測定した。他の実験条件は(1)と同じとした。

### (3) 魚肉ソーセージの咀嚼による破壊に及ぼす分散媒の影響

10×10×2mm<sup>3</sup>の直方体の魚肉ソーセージ（FS）を4種の分散媒（PS、GG、XG、W）中に重量割合で0、50、100%混合して試料とし、1回の摂食量は6gとし、咀嚼速度は1秒間に1回とした。他の実験条件は(1)と同じとした。

### (4) 野菜ジュースの流動特性と咽頭部における食塊の移動特性

野菜ジュースににんじんピューレ（以後、CP）を0～30%添加した野菜ジュースを試料とした。レオメータ MARS IIIにより、コーン角2°、直径60mmのコーンプレートを用い、ギャップ105μm、測定温度25°Cで $\eta_{app}$ を測定した。他の実験条件は(1)と同じとした。

## 4. 研究成果

### (1) サイズの異なる寒天ゲルの咀嚼および嚥下特性

#### ① 破砕片サイズの粒度分布

破碎ゲル、3.5mmゲルおよび15mmゲルにおいて、5回咀嚼の食片総数に対するサイズの小さい食片の割合は、破碎ゲルで多く、次いで15mmゲルであり、3.5mmゲルで最も少なかった。咀嚼回数が30回になると、全試料で類似した食片サイズ分布となったが、3.5mmゲルでは、5回咀嚼においてピークであったサイズ食片の割合が高かった。咀嚼による破碎は、対数正規分布関数と伸張型指数分布関数へ適合すると報告されている。破碎ゲルの咀嚼前および5回、30回咀嚼した食片ゲルは累積指数分布関数へ適合した。3.5mmゲルの30回咀嚼では累積指数分布関

数へ適合した。一方、15mmゲルの5回、30回咀嚼では、サイズの大きい食片領域では累積指数分布へ適合し、サイズの小さい食片領域では対数正規分布へ適合し、サイズの小さい食片は過去の破碎履歴を受けた破碎過程から生成され、サイズの大きい食片はランダムに破碎される咀嚼過程によって生成される、という2層性の咀嚼過程からなることが示唆された。これらの結果から、ゲルの咀嚼過程は摂食前のゲルのサイズにより異なることが推察された。

#### ② テクスチャー特性

硬さは、破碎ゲルに比較し、3.5mmゲル、15mmゲルでは咀嚼回数による有意差が大きく、特に15mmゲルの10回咀嚼における硬さの低下は顕著であった。咀嚼回数が同一の場合には、5回咀嚼では全試料間で有意差があり、30回咀嚼以降では全試料間に有意差はなかった。付着性は、破碎ゲルでは常に高い値を示し、3.5mmゲル、15mmゲルでは咀嚼により増加した。特に、15mmゲルで顕著であった。凝集性は咀嚼回数の増加に伴い増す傾向がみられたが、3.5mmゲルでは凝集性の増加が緩慢であった。

#### ③ 官能評価

「付着しやすさ」は、破碎ゲルは少ない咀嚼回数でも評価は高く、咀嚼回数の影響を受けなかった。3.5mmゲルと15mmゲルでは咀嚼回数の増加に伴い、付着しやすくと評価された。「まとまりやすさ」は、3.5mmゲルと15mmゲルでは咀嚼回数の増加に伴い、評価が高まり、機器測定 of 凝集性と同様の傾向が認められた。「飲み込みやすさ」と「飲み込みに要する力の強さ」については、どの試料においても、咀嚼回数が増加すると、飲み込みやすく、飲み込みに要する力は弱いと評価された。これは、咀嚼回数の増加に伴い、付着性および凝集性が高まり、食片のサイズが小さくなることによると考えられる。

#### ④ 食塊の咽頭部での移動特性

咽頭部での食塊の最大移動速度は、破碎ゲルでは咀嚼回数に関わらず遅かったのに対し、3.5mmゲル、15mmゲルでは咀嚼により有意に低下した。30回咀嚼以降では全試料間で有意差がなかった。これは、食片サイズが小さくなり、飲み込みやすく、飲み込みに要する力が弱くなったためと考えられる。3.5mmゲルでは他の試料に比較し、流速スペクトル面積が大きく、咽頭部での食塊の速度の分布が大きかった。

#### (2) 固体分散ゾル食塊のみかけの粘性率

および咽頭部の移動速度に及ぼすゾル濃度の影響

#### ① 咀嚼前分散媒のみかけの粘性率

嚥下困難者用食材として用いられる咀嚼前PS、GG、XGの各ゾルは、非ニュートン流体であり、ずり流動化流動を示した。GGゾルはPSゾル、XGゾルよりも降伏応力、粘稠性係数が高く、PSゾルとXGゾルは3.0%までは、降伏応力および粘稠性係数はほぼ同程度であったが、5.0%では降伏応力はXGゾルで高く、粘稠性係数はPSゾルで高かった。

#### ② 咀嚼後のゾル食塊のみかけの粘性率

咀嚼後の $\eta_{app}$ は、PS食塊ではゾル濃度に関わらず同程度であり、W食塊はPS食塊とほぼ同程度であった。5回と30回咀嚼後のGG食塊は、1.0%濃度では $\eta_{app}$ がほぼ一定であったが、3.0%と5.0%濃度ではずり流動化流動を示した。5回と30回咀嚼のXG食塊は、各濃度でずり流動化流動を示した。GGとXGでは、固形物が添加されると、低濃度のゾル添加咀嚼後試料では $\eta_{app}$ が高くなり、咀嚼された固形物が $\eta_{app}$ に影響を与えたが、高濃度のゾル添加試料では固形物の影響は少なかった。

#### ③ 咽頭部での食塊の最大移動速度

PS食塊の最大移動速度は、5回咀嚼の100%ゾルの濃度0%と5.0%の間で有意差がみられた他は、濃度間における有意差はなく、移動速度は速かった。PSは唾液アミラーゼにより分解されて液状化する。口腔内の停滞時間の長い30回では5回咀嚼よりも移動速度が速い傾向を示した。GGとXG食塊では、濃度が高くなるに従い、濃度依存的に最大移動速度が遅くなる傾向が認められた。GGとXG100%、GG50%試料の5回と30回咀嚼の濃度0%と3.0%および5.0%の間で有意差がみられ、XG50%添加試料では、濃度5.0%で有意に低下した。これは、食塊の $\eta_{app}$ 、凝集性および付着性が高く、主観評価のまとまりやすさも高かったことから、食塊がひとかたまりになって咽頭部を通過するためと推察される。

#### ④ 咽頭部での食塊のずり速度とずり応力

レントゲン画像、咽頭部の最大移動速度および食塊の $\eta_{app}$ から、咽頭部における食塊のずり速度およびずり応力を算出した。各濃度におけるずり応力について、PS添加試料が他の試料よりも低く、次いでXGであり、GGが最も高かった。咀嚼回

数では、W と PS50%添加試料では、咀嚼回数が増加するとずり応力が低くなった。一方、GG と XG のずり応力はほぼ同程度の値となり、ずり応力は咀嚼回数の影響を受け難かった。ずり速度については、5回咀嚼の W が最も高く  $70 \text{ sec}^{-1}$  前後、PS では 100%試料で  $50\sim 60 \text{ sec}^{-1}$  前後、50%試料で約  $45 \text{ sec}^{-1}$ 、GG と XG では高濃度では約  $30 \text{ sec}^{-1}$ 、低濃度では約  $60 \text{ sec}^{-1}$  であった。ずり速度は、W と PS では咀嚼の影響がみられ、30回咀嚼の W では低くなり、反対に PS では高くなった。GG と XG では5回および30回咀嚼で同程度となり、咀嚼の影響を受け難かった。口腔内では、PS では速いずり速度で低いずり応力、GG と XG は遅いずり速度で高いずり応力であった。咽頭部でのずり速度の範囲は、口腔内のずり速度よりも狭く、ずり応力の範囲は広がった。

### (3) 魚肉の咀嚼による破壊に及ぼす分散媒の影響

#### ① 咀嚼後の食片サイズ

魚肉ソーセージ (FS)、FS に PS、W、GG、XG を添加した試料の全試料において、 $1\text{mm}^2$  以下の食片数の割合が最も高かった。また、分散媒の影響が最も高かったのも  $S \leq 1\text{mm}^2$  においてであった。 $S \leq 1\text{mm}^2$  での食片数は、同一添加割合で分散媒間では、50%、75% PS、W 添加では高く、50%、75% XG 添加では低く、GG 試料ではその中間であった。試料が同一で分散媒の添加割合では、全試料で分散媒 50%、75% 添加では高く、25% 添加では最も低かった。しかし、FS 100% は 25% と、50% および 75% 添加の中間に位置した。PS と W 添加では、分散媒の添加割合の影響は認められず、食片累積数の 90% 以上が対数正規分布に適合した。FS 100%、GG および XG 添加試料では、分散媒のどの割合においても対数正規分布関数への適合は 90% 未満であった。対数正規分布関数へ適合しなかった食片サイズ領域では、伸張型指数分布関数に適合し、FS 100%、GG と XG 添加試料では、2層性の分布関数で説明された。このように、添加するゾルの種類が異なると、咀嚼による破壊過程は異なった。

#### ② 食片サイズとテクスチャー特性の関係

硬さは、全試料の 25% 添加以上において、分散媒の添加割合が増加するに従って減少し、各添加割合において、PS、W 添加試料は GG、XG 添加試料よりも有意に

高い値を示した。GG および XG 添加試料では固形物の物性よりも分散媒の硬さを感じると推察される。凝集性は、分散媒 50% 添加まではほぼ同程度であったが、分散媒 75% 添加において GG 添加試料は PS、W 添加試料よりも有意に高い値を示した。反対に、付着性では、GG、XG 添加試料は各添加割合で PS、W 添加試料よりも有意に高い値を示した。これは分散媒の部分が優先的に測定され、食片サイズの影響が少なかったためと推察される。これらのことから、添加される分散媒が液体的な場合には、破壊された食片サイズが食塊の硬さに影響を及ぼしやすいが、凝集性や付着性が高い粘稠な分散媒が添加される場合には、食片サイズが食塊の硬さに与える影響は小さくなることが示唆された。

#### ③ 食片サイズと咽頭部での食塊の最大移動速度との関係

PS および W 添加試料の咽頭部での最大移動速度は分散媒の添加割合が 50% 以上になると有意に高くなった。GG および XG 添加試料はほぼ同程度の最大移動速度で、PS および W 添加試料と比較し、有意に低い速度であった。このことから、最大移動速度は食片サイズの大きさよりも食塊全体の物性が大きく寄与したと言える。PS、GG、XG 25% 添加試料が固形物 100% よりも低くなった理由としては、分散媒が添加されてまともなやすいこと、あるいは食片サイズが他と比較して大きいことが影響したのではないかと考えられる。

#### (4) にんじんピューレ添加野菜ジュースの流動特性と咽頭部における食塊の移動特性

##### ① みかけの粘性率

にんじんピューレ添加野菜ジュース（以後、CP 野菜ジュース）の  $\eta_{app}$  は CP の添加濃度が高いものほど大きく、ずり速度の増加とともに低下した。CP 添加濃度の高いジュースでは、ずり速度が速くなると、重なったり、絡まりあったりしている破砕片がそのまま流動するようになり、ジュースの抵抗力が低下すると考えられる。ずり速度  $10\text{s}^{-1}$  における CP 野菜ジュースの相対粘度は、10~30% CP 野菜ジュースでは相対粘度と CP 濃度との間に線形関係が認められたが、5% CP 野菜ジュースでは線形関係から下方へ大きく外れた。このことは、5% CP 野菜ジュースでは希薄系溶液であり、10% CP 濃度以上になると、準濃厚系へと変化すること

を示している考えられる。降伏応力は0%と5%CP 野菜ジュースでは観察されず、10~15%CP 野菜ジュースでは徐々に増加し、17.5% CP 以上の CP 野菜ジュースではCPの濃度依存的に大きくなり、30% CP 野菜ジュースでは著しく増加した。粘稠性係数は10% CP 野菜ジュースまでは小さく、12.5% CPからは増加した。

## ② 貯蔵弾性率、損失弾性率

貯蔵弾性率はCP添加濃度の高いジュースほど大きかった。すべての周波数で、どのCP野菜ジュースにおいても貯蔵弾性率は損失弾性率よりも大きかった。これは、破砕片の再配列に必要な時間が変形速度のタイムスケールよりも大きく、破砕片の相互作用に起因する弾性的な変形よるためと考えられる。

## ③ 咽頭部におけるジュースの最大移動速度

咽頭部での最大移動速度は、CP濃度が増加すると低下した。最大移動速度は水、0~12.5%CP野菜ジュース、10~25%CP野菜ジュース、17.5~30%CP野菜ジュース、比較に用いたパンプキンポタージュの4種の等質サブグループに分類され、CP濃度が増加すると低下した。

Sherma と Shearman が示したずり応力とずり速度の関係から、0、10および20%CP野菜ジュースの口腔内で生じるずり応力は水と同程度であったが、ずり速度は水よりも低かった。口腔内での0~20%CP野菜ジュースでは、CP濃度が増加するのにもとないずり速度が低下して、その結果 $\eta_{app}$ がより高くなると考えられる。しかし、30%CP野菜ジュースでは、ずり速度が20%CP野菜ジュースより低くなり、ずり応力がやや高くなることにより、 $\eta_{app}$ が高くなると推察される。

野菜ジュースが咽頭部を流れる際の咽頭部の平均直径と、最大移動速度、最大移動速度平均、移動平均速度と $\eta_{app}$ との関係から、ずり速度とずり応力を算出した。最大移動速度より算出したずり速度は同一濃度のCP野菜ジュースにおいて最も速く、次いで最大移動速度平均から求めたずり速度であり、移動速度平均から求めたずり速度が最も小さかった。最大移動速度から算出したずり速度において、CP濃度が高く、 $\eta_{app}$ の大きい野菜ジュースの方が、CP濃度の低い、 $\eta_{app}$ の小さい野菜ジュースよりもやや低く得られた。この傾向は口腔内においても、同様であった。このことは、CP野菜ジュース

では、口腔内で速いずり速度で動く液体は、咽頭部へ移送された後も速いずり速度であることを示唆している。最大移動速度平均あるいは移動速度平均については、CP濃度によるずり速度の差は認められなかった。ずり応力については、同じCP濃度の野菜ジュースにおいて、最大移動速度から算出したずり応力が最大移動速度平均あるいは移動速度平均から算出したずり応力よりも大きくなる傾向が認められ、口腔内のずり速度とは異なった。

口腔内から咽頭部への野菜ジュースの移動は、舌による送り込みと喉頭が前方上部へ挙上することによって生じる陰圧が駆動力となる。嚥下直前に、口腔内で咽頭部に最も近い位置にあるジュース食塊が、舌による送り込みの圧力と喉頭の挙上による陰圧の作用を最も強く受けて、ずり応力は大きくなるのではないかと考えられる。

嚥下障害者の食事管理を行うための指標には、ずり速度を $10\text{ s}^{-1}$ あるいは $50\text{ s}^{-1}$ としている報告が多い。このずり速度は、移動速度平均あるいは最大移動速度平均から算出したずり速度に近い値であった。しかし、誤嚥を防ぐためには、最も移動速度の速い部分を制御することが重要であることから、嚥下障害者に対する食事管理には、最大移動速度を考慮に入れる必要があるのではないかと考えられる。そのためには、今後更なる研究の集積が必要であろう。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計12件)

- ① 北出晶美、樫木宏美、小林央樹、森高初恵、サイズの異なる寒天ゲルの咀嚼および嚥下特性、日本食品科学工学会誌、査読有、59巻、2012、369-377
- ② Moritaka H., Sawamura S., Kobayashi M., Kitade M., Nagata K., Relation between the rheological properties and the swallowing characteristics of vegetable juices fortified with carrot puree, *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 査読有, Vol. 76, 2012, 429-435
- ③ 森高初恵、中西由季子、不破眞佐子、谷井涼子、米飯の熱特性、感覚特性とグリセミックインデックスに及ぼす寒天の影響、日本調理科学会誌、査読有、45巻、2012、115-122
- ④ 森高初恵、個体分散ゾル食塊の咽頭部

移動速度と客観・主観評価に及ぼすゾル濃度の影響、日本調理科学会誌、査読有、46巻、2012、115-122

- ⑤ Sagawa A., Kobayashi N., Moritaka H., Influence of thickeners on the fragmentation of fish meat sausage by mastication, *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 査読有, Vol.75, 2012, 2105-2111
- ⑥ 森高初恵、ゾル状およびゲル状モデル食品の咽頭部における食塊の移動特性、*New Food Industry*、査読無、11巻、2011、9-19
- ⑦ 井上悠季、佐川敦子、森高初恵、寒天ゼラチン混合ゲルの嚥下特性と力学特性の関係、日本官能評価学会誌、査読有、15巻、2011、107-119
- ⑧ Moritaka H., Sagawa A., Funami T., Kubota K, Effect of change in cooling rate on the gelation of sodium-type gellan gum, *Journal of Cookery Science. Japan*, 査読有, Vol. 44, 2011, 7-14
- ⑨ 森高初恵、水溶性高分子ゾル・ゲルの力学特性と嚥下特性の関係、日本調理科学会誌、査読無、44巻、2011、1-6
- ⑩ 佐川敦子、金子仁美、寺島真美恵、志賀清悟、森高初恵、固体分散ペーストの咀嚼・嚥下に及ぼす摂食量の影響、日本食品科学工学会誌、査読有、57巻、2010、503-516
- ⑪ 高橋真美、森高初恵、パンの性状に及ぼす未加熱紅麹添加の影響、日本官能評価学会誌、査読有、14巻、2010、100-108
- ⑫ Moritaka H., Nakazawa F., Flow velocity of a bolus in the pharynx and rheological properties of agar and gelatin, *Journal of Texture Studies*, 査読有, Vol. 41, 2010, 139-152

[学会発表] (計 26 件)

- ① □ 森高初恵、炭酸飲料嚥下時の舌と硬口蓋の接触様相 (第 60 回レオロジー討論会) 2012 (09/28)、名古屋大学 (愛知県)
- ② 北出昌美、森高初恵、咀嚼回数によるアガロースゲルのテクスチャー特性及び呈味強度の影響 (日本調理科学会平成 24 年度大会) 2012 (08/25)、秋田大学 (秋田県)
- ③ 佐川敦子、森高初恵、増粘剤添加が炭水化物の消化性および力学特性に及ぼす影響 (日本調理科学会平成 24 年度大会) 2012 (08/25)、秋田大学 (秋田県)
- ④ 森高初恵、炭酸飲料嚥下時の舌圧評価 (日本家政学会 第 64 回大会) 2012 (05/13)、大阪市立大学 (大阪府)

- ⑤ 森高初恵、炭酸飲料嚥下時の舌圧と咽頭部における速度との関係 (日本農芸化学会 2012 年度大会 (京都)) 2012 (03/24)、京都女子大学 (京都府)
- ⑥ 北出昌美、森高初恵、寒天ゲルの咀嚼・嚥下特性に及ぼす摂食時サイズの影響 (第 59 回レオロジー討論会) 2011 (10/06)、桐生市市民文化会館 (群馬県)
- ⑦ 森高初恵、食用ゲルの力学特性と飲み込み特性 (第 60 回高分子討論会) 2011 (09/28)、金沢大学 (石川県)
- ⑧ 森高初恵、にんじんピューレ添加野菜ジュースの咀嚼・嚥下特性 (日本食品科学工学会 第 58 回大会) 2011 (09/11)、東北大学 (宮城県)
- ⑨ 森高初恵、にんじんピューレ添加野菜飲料のテクスチャー特性 (日本調理科学会平成 23 年度大会) 2011 (08/30)、高崎健康福祉大学 (群馬県)
- ⑩ 北出昌美、森高初恵、サイズの異なる寒天ゲルの咀嚼および嚥下特性 (日本調理科学会平成 23 年度大会) 2011 (08/30)、高崎健康福祉大学 (群馬県)
- ⑪ 他 15 件

[図書] (計 4 件)

- ① 森高初恵、他、建帛社、N ブックス調理科学、2012、216
- ② 小関正道、森高初恵、他、建帛社、マスター食品学、2012、184
- ③ 高橋幸資、森高初恵、他、明誠企画株式会社、ポケット食品・調理実験辞典、2012、168
- ④ 山野善正、森高初恵、他、エヌ・ティー・エヌ、進化する食品テクスチャー研究、2012、536

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

森高 初恵 (MORITAKA HATSUE)  
昭和女子大学・生活機構研究科・教授  
研究者番号：40220074

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

志賀 清吾 (SHIGA SEIGO)  
昭和女子大学・生活機構研究科・教授  
研究者番号：50196367