

もち米餅およびもち小麦餅の
咀嚼状態・嚥下動態の相違に関する嚥下内視鏡的検討
－窒息しやすい日本の伝統食の改良－

日本大学大学院歯学研究科歯学専攻

三瓶 龍一

(指導: 植田 耕一郎 教授)

目次

概要	.....	2
緒言	.....	8
対象および方法	.....	10
結果	.....	14
考察	.....	17
結論	.....	23
謝辞	.....	24
文献	.....	25

参考文献 Sanpei R et al. (2013) Video-Endoscopic Comparison of Swallowing Waxy Rice *Mochi* and Waxy Wheat *Mochi*: Improvement of a Traditional Japanese Food That Presents a Choking Hazard. Biosci. Biotechnol. Biochem. (in press).

概要

日本人の不慮の事故による死因のうち、窒息は年間4000件超で最多である。原因となる食品が特定された800件余りの中でも、餅の窒息死亡事故件数の割合は最多の2割で、特に65歳以上の高齢者に多い。そこで著者は窒息しづらい餅を作るにあたって、もち小麦の特性に注目した。もち小麦はもち米に似た食感を有するが、粘着性や付着性はもち米よりも低いという特徴がある。

著者が過去にもち米餅ともち小麦餅を健常者に食べさせ官能評価を行ったところ、ほぼ全ての研究参加者はもち小麦餅のほうが咀嚼しやすく、飲み込みやすいと答えた。さらに嚥下内視鏡を用いて別の健常者の咀嚼状態および嚥下動態を比較したところ、もち米餅は十分に咀嚼されないまま嚥下されていたが、もち小麦餅は十分に咀嚼されて嚥下されていることが分かった。しかし、対象に高齢者を含めた咀嚼や嚥下に関する詳細な調査は行われていない。

そのため、英文誌 *Biosci. Biotechnol. Biochem* にて健常成人と健常高齢者における咀嚼状態と嚥下動態の相違を検証した。また、その評価の有用性を吟味するため、咀嚼状態の検者間・検者内一致率についての追加研究を行った。

もち米餅ともち小麦餅の比較は、摂食・嚥下障害の訴えがない64歳以下の健常成人15名と65歳以上の健常高齢者8名を対象とした。被験者はいずれも有

歯顎者で両側性に咬合が保たれ、義歯の使用はなかった。試料はもち米餅、もち小麦餅を使用し、嚥下内視鏡検査は摂食・嚥下機能の評価を専門的に行っている 1 名の歯科医師が行った。経鼻的に咽頭まで内視鏡を挿入した状態で、被験者はもち米餅ともち小麦餅をそれぞれ 2 回ずつ摂取し、最初の嚥下反射が起こるまでの咀嚼回数・咀嚼時間、咀嚼状態および嚥下動態を観察した。咀嚼状態は、食物の粉碎の程度を粉碎度、食塊のまとまりの程度を集合度、2 色の混ぜ合いの程度を混和度として各 4 段階に分けて評価した。嚥下動態は、嚥下反射惹起時の食塊先端の位置、嚥下後の咽頭残留および誤嚥の有無を評価した。嚥下反射惹起時の食塊先端の位置は、口腔および上咽頭領域 (OCE : Oral Cavity area or Epipharynx area)、喉頭蓋谷領域 (VAL : Valleculae area)、下咽頭領域 (HYP : Hypopharynx area) の 3 通りに分類した。さらに臨床的な評価基準である Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing (FEES) に基づき、嚥下後の咽頭残留の定量的な評価と誤嚥や喉頭侵入の有無を観察した。

もち米餅ともち小麦餅の比較を行ったところ、いずれも健常成人内、健常高齢者内の咀嚼回数・咀嚼時間に差はなかったが、健常成人と比較すると健常高齢者のもち米餅およびもち小麦餅の咀嚼回数は有意に多く、咀嚼時間は有意に長かった。

嚥下反射惹起時の食塊先端の位置は、健常成人ではもち米餅よりもち小麦餅の

方が有意に深達していたが、健常高齢者内およびもち米餅内やもち小麦餅内では有意差は認められなかった。

粉碎度・集合度・混和度に関しては、粉碎度は健常成人ではもち米餅に比べてもち小麦餅のほうが高い数値を示し、有意差が認められた。健常高齢者も同様に、もち小麦餅のほうがもち米餅よりも高い数値を示し、有意差が認められた。集合度はいずれも高い数値を示し、両者で有意差は認められなかった。混和度は健常成人ではもち米餅、もち小麦餅ともに高い数値を示し、有意差は認められなかったが、健常高齢者ではもち小麦餅のほうが有意に高い数値を示した。

咽頭残留はもち米餅にのみ認められ、健常高齢者において有意差が認められた。

なお、本研究において誤嚥や喉頭侵入を認めた被験者はいなかった。

咀嚼状態の検者間・検者内一致率に関しては、日常的に摂食・嚥下障害患者の診療に従事している歯科医師 8 名を対象とし、もち米餅ともち小麦餅の比較研究で得られた嚥下内視鏡検査の結果から無作為に 10 例を選出したあと、計 4 回の評価を行った。評価中の動画の再確認・スローモーション再生回数に関しては制限を設けていない。

検者間・検者内一致率の解析には Cohen のカッパ係数を用いた。

検者間一致率は4回目評価が1回目評価よりも有意に高い数値を示した。集合度は初回評価時から中程度の一致率を示したものの、粉碎度・混和度は初回評価時に低い数値を示した。

検者内一致率は初回評価時に低い数値を示したが、2回目評価以降の対比では、全てにおいて有意に高い一致率を示した。

本研究では、健常成人内、健常高齢者内の比較において、もち米餅ともち小麦餅の咀嚼回数・咀嚼時間に相違はみられなかった。ただし、嚥下内視鏡の評価の結果では、もち小麦餅のほうが粉碎度・混和度が高い数値を示したことから、もち小麦餅は短時間で粉碎および混和されやすい食品であると考えられた。また、水や唾液の介在によってもち米餅食塊中の水分量が増加し口腔内での附着性が低下したとの報告があることから、より粉碎しやすいもち小麦餅のほうが、短時間に食塊中に唾液が介在しやすくなると考えられた。健常成人と健常高齢者の比較では、咀嚼回数・咀嚼時間ともに健常成人より健常高齢者のほうが高い数値を示し、有意差が認められた。これは、加齢に伴って唾液量の減少や舌機能、咀嚼機能が低下したことにより咀嚼時間が延長し、咀嚼回数も増加したものと考えられる。

通常、固形物の場合、健常成人は Stage 2 transport を起こしながら摂取するが、もち米餅については Stage 2 transport を起こさずに食べている。一方、健常高齢

者ではもち米餅を他の一般的な食物と同様に Stage 2 transport を起こしながら食べている。この違いが、もち米餅の窒息が高齢者に多いことを示しているのではないかと考えられる。

本研究では、健常高齢者のほぼ全員が VAL で嚥下反射惹起が認められた。これは、加齢の影響により口腔内や咽頭感覚が減少し、嚥下反射の閾値が上昇するとの報告に当てはまる。高齢者において、食塊が嚥下反射の開始前に咽頭に流れ落ちることが誤嚥や窒息の原因となると考えられた。

また、もち小麦餅では1例も咽頭残留がみられなかったが、もち米餅では健常高齢者に少量の咽頭残留が確認され、もち米餅の咽頭残留に有意差が認められた。もち米餅はもち小麦餅と比べると付着性や粘着性が高いため、より咽頭残留を引き起こしやすいといえる。

餅を使用した嚥下内視鏡における咀嚼状態の検者間・検者内一致率において、本研究ではその評価の有意性が明らかになった。今後も、危険であるとされる、もしくは物性に特徴のある特定の食品を咀嚼、嚥下した場合の評価を行うことで新しい知見が得られるのではないかと考えられる。

以上より、もち小麦餅のほうが咀嚼が容易であり、咽頭残留を引き起こしづらいことが判明した。特に東アジア諸国の人々は粘着性食品を好む傾向にあるが、人口の高齢化に伴い窒息のリスクが上昇することが容易に推察される。

もち小麦を用いると、もち米よりも粘着性の低い餅を作ることが可能である。低い粘着性は食べやすい餅を作るための一つの要因であると考えられ、著しい機能低下を持たない高齢者に対して有用であるといえる。また、著者の過去の研究で、もち小麦餅は付着性や粘着性が低いことから飲み込みやすく、美味しいという結果が得られており、過去および今回得られた結果から、もち小麦餅は飲み込みやすい餅、窒息しにくい餅として今後期待できる食品である。

緒言

餅は日本の伝統食品であり、特に高齢者にとっては正月の大切な行事食である。餅はもち米を蒸した後、外力を加えて練り合わせることによって粘度を持たせた付着性と粘着性の高い食品であり、窒息を起こしやすい性質を持つ。

日本人の不慮の事故による死因のうち、窒息は年間4000件超で最多である¹⁾。原因となる食品が特定された800件余りの中でも、餅の窒息死亡事故件数の割合は最多の2割²⁾で、特に65歳以上の高齢者に多い¹⁾。高齢者の約半数はActivities of Daily Living (ADL) や嚥下機能の低下を自覚し、5分の1は日常生活に影響を及ぼす障害を有する³⁾といわれている。特定の疾患を伴わない場合でも老化によって嚥下機能は低下するため⁴⁻⁶⁾、高齢化の進んだ国では高齢者が窒息せずに食事を摂取することが大事である。

東アジア諸国でも高齢化は著しいが、中国のニェンガオや台湾の麻糬、韓国のトックなどは餅と同様にもち米から作られる食品であり、窒息を引き起こしやすい食品といえる。

そこで窒息しづらい餅を作ることを目的として、著者はもち小麦の特性^{7,8)}に注目した。通常、米には約20%、小麦には約30%のアミロースが含まれているが、もち小麦の澱粉にはアミロースが含まれず、もち米同様、そのほとんどが

アミロペクチンで構成されており、もち米に似た食感を有するのが特徴である。そして、もち小麦は餅澱粉と小麦タンパク質が融合しているため、粘着性や付着性はもち米よりも低いという特徴もある。

著者は過去⁹⁾にもち米から作った餅（もち米餅）ともち小麦から作った餅（もち小麦餅）を健常者に食べさせ、官能評価を行った。ほぼ全ての研究参加者はもち小麦餅のほうが咀嚼しやすく、飲み込みやすいと答えた。さらに嚥下内視鏡を用いて、官能評価とは別の健常者にもち米餅ともち小麦餅を食べさせ、咀嚼状態および嚥下動態を比較した。その結果、もち米餅は十分に咀嚼されないまま嚥下されていたが、もち小麦餅は十分に咀嚼されて嚥下されていることが分かった。しかし、対象に高齢者を含めた咀嚼や嚥下に関する詳細な調査は行われていない。

そこで今回、咀嚼状態の評価に関する検者間・検者内一致率を検証するとともに、健常成人と健常高齢者にもち米餅ともち小麦餅を食べさせ、官能評価と嚥下内視鏡検査を行い、咀嚼状態・嚥下動態の相違を調査した。

対象および方法

1. 検者間・検者内一致率

1) 評価者

日本摂食・嚥下リハビリテーション学会認定士であり、日常的に摂食・嚥下障害患者の診療に従事している歯科医師 8 名（男性 6 名、女性 2 名。平均年齢 31.3 ± 3.6 歳、臨床経験 7.0 ± 3.5 年）を対象とした。

2) 方法

検者間・検者内一致率の評価は、戸原ら¹⁰⁾の方法に準じた。もち米餅ともち小麦餅摂取時の嚥下内視鏡検査の結果から、無作為に 10 個の検査動画を選出した。各動画には 1 から 10 までの番号を付与し、USB メモリ 1 へと記録した。そして、順序を無作為に変更し、USB メモリ 2 へと記録した。この過程は、それぞれ USB メモリ 3 と USB メモリ 4 に関しても同様に行った。評価者は評価用紙（第 1 図）に基づき初回評価を行い、2 回目評価以降は評価用紙と粉碎度・集合度・混和度の評価基準を示した図（第 2 図）を用いて、2 週間で計 4 回の評価を行った。評価中の動画の再確認・スローモーション再生回数に関しては制限を設けていない。

2. もち米餅ともち小麦餅の比較

1) 被験者

摂食・嚥下障害の訴えがなく、摂食・嚥下機能を低下させるような疾患を持たない64歳以下の健常成人15名（男性4名、女性11名。平均年齢 46.3 ± 11.2 歳）と65歳以上の健常高齢者8名（男性1名、女性7名。平均年齢 71.5 ± 2.3 歳）を対象とした。被験者はいずれも有歯顎者で両側性に咬合が保たれ、義歯の使用はなかった。

2) 試料

本研究は、もち米、もち小麦⁷⁾を餅に加工したものを使用した。粉末状の試料に水を加えて15分間練和器（レディースニーダー、大正電機株式会社）で練和したあと、各試料の直径が23 mm、厚さ6 mm以下、重量2.5 gとなるよう丸型に成形した。また、内視鏡下で識別しやすいように一方には練和前に緑色の着色剤を加え、もち米餅、もち小麦餅ともに白色の餅と緑色の餅を一塊としたものを使用した（第3図）。

3) 方法

嚥下内視鏡検査にはペンタックス 鼻咽喉ファイバースコープ FNL-10RBS（HOYA株式会社）、ペンタックス LED光源装置 BS-LL1（HOYA株式会社）を用いた。検査時の映像はデジタルビデオカメラ（HXR-MC1, ソニー株式会社）に保存し、保存時のファイル形式はmpeg-2、フレームレートは29.97 fpsとした。

嚥下内視鏡検査は摂食・嚥下機能の評価を専門的に行っている1名の歯科医師が行った。経鼻的に咽頭まで内視鏡を挿入した状態で、被験者はもち米餅ともち小麦餅をそれぞれ2回ずつ摂取し、最初の嚥下反射が起こるまでの咀嚼回数・咀嚼時間、咀嚼状態および嚥下動態を観察した。咀嚼状態は佐々生らの報告¹¹⁾をもとに、食物の粉碎の程度を粉碎度、食塊のまとまりの程度を集合度、2色の混ざり合いの程度を混和度として各4段階に分けて評価した（第2図）。嚥下動態は、嚥下反射惹起時の食塊先端の位置、嚥下後の咽頭残留および誤嚥の有無を評価した。嚥下反射惹起時の食塊先端の位置はHiimaeらの報告を一部改変¹²⁾し、口腔および上咽頭領域（OCE：Oral Cavity area or Epipharynx area）、喉頭蓋谷領域（VAL：Valleculae area）、下咽頭領域（HYP：Hypopharynx area）の3通りに分類した（第4図）。さらに臨床的な評価基準であるFiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing（FEES）¹³⁾に基づき、嚥下後の咽頭残留の定量的な評価と誤嚥や喉頭侵入の有無を観察した。

3. 倫理的配慮

本研究は、日本大学歯学部倫理委員会において「食物性状の違いが嚥下動態に与える影響に関する研究（許可番号 2010-12）」承認のもとで行われた。すべての被験者には本研究の主旨および方法について説明し、書面にて同意を得た上で行った。

4. 統計処理

検査動画の解析は、Adobe Premiere Pro 2.0 (Adobe) を用いて行った。結果は SPSS statistics 17.0 (SPSS) を用いて分析した。検者間・検者内一致率は Cohen のカッパ係数を使用し、0.60 以上を高い一致率とした。咀嚼回数・咀嚼時間、咀嚼状態、咽頭残留の有無に対する有意差の検定は、Mann-Whitney の U 検定を使用し、 $p < 0.05$ のときに有意差ありと判定した。食塊の深達度における健常成人間、健常高齢者間のもち米餅ともち小麦餅の比較には McNemar 検定を、もち米餅間、もち小麦餅間の健常成人と健常高齢者の比較には Fisher の正確確率検定を使用し、 $p < 0.05$ のときに有意差ありと判定した。

結果

1. 検者間・検者内一致率

1) 検者間一致率

一致率の解析にはCohenのカッパ係数を用いた。中等度の一致率(0.40~0.59)を示した群は太字で分類し、高い一致率(0.60~1.00)を示した群は太字と下線で分類した。

検者間一致率は平均するとそれぞれ、1回目評価が 0.33 ± 0.09 、2回目評価が 0.44 ± 0.07 、3回目評価が 0.40 ± 0.08 、4回目評価が 0.52 ± 0.04 であり、4回目評価は1回目評価よりも有意に高い数値を示した。集合度は初回評価時から中程度の一致率を示したものの、粉碎度・混和度は初回評価時に低い数値を示した(第1表)。

2) 検者内一致率

検者内一致率は平均すると、1回目評価対2回目評価が 0.37 ± 0.11 、1回目評価対3回目評価が 0.36 ± 0.10 、1回目評価対4回目評価が 0.41 ± 0.11 、2回目評価対3回目評価が 0.67 ± 0.03 、2回目評価対4回目評価が 0.67 ± 0.04 、3回目評価対4回目評価が 0.64 ± 0.01 であった。初回評価時の一致率は低い数値を示したが、2回目評価以降の対比では、全てにおいて有意に高い一致率を示した(第

2 表)。

2. もち米餅ともち小麦餅の比較

健常成人のもち米餅の咀嚼回数の平均は 19.1 ± 7.5 回、咀嚼時間の平均は 15.4 ± 5.4 秒、もち小麦餅の咀嚼回数の平均は 21.0 ± 9.6 回、咀嚼時間の平均は 15.5 ± 6.7 秒であった。健常高齢者のもち米餅の咀嚼回数の平均は 37.7 ± 15.9 回、咀嚼時間の平均は 27.3 ± 8.9 秒、もち小麦餅の咀嚼回数の平均は 38.3 ± 19.7 回、咀嚼時間の平均は 25.4 ± 11.1 秒であった。いずれも健常成人内、健常高齢者内のもち米餅ともち小麦餅の咀嚼回数・咀嚼時間に差はなかったが、健常成人よりも高齢者のもち米餅およびもち小麦餅の咀嚼回数は有意に多く、咀嚼時間は有意に長かった (第 3 表)。

嚥下内視鏡検査の結果を以下に示す。嚥下反射惹起時の食塊先端の位置と嚥下反射との関係について、もち米餅では健常成人が 15 名中 9 名、健常高齢者が 8 名中 1 名において OCE での嚥下反射がみられ、他はすべて VAL での嚥下反射が認められた。一方、もち小麦餅の嚥下反射惹起時の食塊先端の位置と嚥下反射との関係については、健常成人で 15 名中 2 名が OCE での嚥下反射がみられたが、他の被験者および健常高齢者はいずれも VAL であった。本研究において、HYP で嚥下反射が起こった被験者はいなかった。これらを比較すると、健常成人ではもち米餅よりもち小麦餅の方が有意に深達していたが、健常高齢者内お

よびもち米餅内やもち小麦餅内では有意差は認められなかった（第4表）。

粉碎度・集合度・混和度に関しては、嚥下内視鏡検査にて OCE での嚥下反射がみられた各被験者については嚥下内視鏡での咀嚼状態の確認ができないため、解析から除外した。もち米餅の粉碎度・集合度・混和度を平均すると、健常成人では 1.83 ± 0.69 、 2.50 ± 0.50 、 2.00 ± 0.58 、健常高齢者では 1.71 ± 0.45 、 2.86 ± 0.35 、 1.29 ± 0.45 であり、もち小麦餅の粉碎度・集合度・混和度を平均すると、健常成人では 2.62 ± 0.49 、 2.62 ± 0.49 、 2.62 ± 0.49 、健常高齢者では 2.88 ± 0.33 、 2.88 ± 0.33 、 2.34 ± 0.48 であった。両者を比較すると、粉碎度は健常成人ではもち米餅に比べてもち小麦餅のほうが高い数値を示し、有意差が認められた。健常高齢者も同様に、もち小麦餅のほうがもち米餅よりも高い数値を示し、有意差が認められた。集合度はいずれも高い数値を示し、両者で有意差は認められなかった。混和度は健常成人ではもち米餅、もち小麦餅ともに高い数値を示し、有意差は認められなかったが、健常高齢者ではもち小麦餅のほうが有意に高い数値を示した（第5表）。

咽頭残留はもち米餅にのみ認められた。健常成人では15人中1名に、健常高齢者では8名中4名に少量程度の残留が認められた。健常高齢者において、もち米餅ともち小麦餅の咽頭残留で有意差が認められた（第6表）。

なお、本研究において誤嚥や喉頭侵入を認めた被験者はいなかった。

考察

1. 検者間・検者内一致率

本研究では、すべての項目において評価を重ねることで高い一致率を示した。初回評価時には粉碎度・集合度・混和度に関して評価基準を提示せず、評価者個人の判断によって評価を実施したため一致率は低い傾向にあった。2回目評価以降は評価基準を提示することで各評価者による差異が解消され、検者間・検者内一致率の改善に至ったものと考えられる。現在、餅を含めた特定の食品に対する評価基準の明確化は行われておらず、その評価に関しては各評価者に委ねられているところが大きい。検者間・検者内一致率を改善させるためには、様々な食品に対する評価基準の明確化が必要である。

2. 食品としての餅

米は小麦やトウモロコシなどと同種のイネ科の植物であり、日本を含むアジアやアフリカなどでは主食として食べられている。欧米では主菜の付け合わせで用いられることが多いが、パエリアやリゾットなどの主食にも使われる。また、東南アジアではデザートとして用いられるなど世界中で食される食材である。もち米は日本、朝鮮半島、中国、フィリピン、タイ王国、ラオス、インドネシア、インド、ベトナム、ミャンマーなどで栽培され、特にラオスでは主食

として用いられる。餅は日本では行事食として用いられるだけではなく、餅をつくる作業自体が年中行事もしくは神事としての意味を持ち、古墳時代（6世紀ごろ）より食されている重要な食品である。

餅はもち米を水洗いして水に浸漬したあと、水切りしたもち米を蒸して蒸米とし、この蒸し米を練ってゲル状の状態とすることにより製造される。この製造方法によって餅は独自の付着性・粘着性を有する。餅は窒息を引き起こしやすい食品として広く知られているが、年代別に餅を食べない人がどれくらいいるかというアンケート調査をみると、20代は7.2%、30代では6.0%であるが、60代では2.4%、70代では1.8%、80代では2.3%であり、餅を食べることを避けてはいないのが現状である¹⁴⁾。餅による誤嚥の報告^{2,15-18)}が数多いことから高齢者にとっては危険な食品であるといえる。

そのため、飲み込みやすく窒息しにくい餅を提供することが重要である。

3. 餅の咀嚼について

本研究では、健常成人内、健常高齢者内の比較において、もち米餅ともち小麦餅の咀嚼回数・咀嚼時間に相違はみられなかった。つまり、もち米餅ともち小麦餅を咀嚼した場合、それらに差はなかったといえる。ただし、嚥下内視鏡の評価の結果では、もち小麦餅のほうが粉碎度・混和度が高い数値を示したことから、もち小麦餅は短時間で粉碎および混和されやすい食品であると考えら

れた。また、水や唾液の介在によってもち米餅食塊中の水分量が増加し口腔内での付着性が低下したとの報告¹⁹⁾があることから、より粉碎しやすいもち小麦餅のほうが、短時間に食塊中に唾液が介在しやすくなると考えられた。健常成人と健常高齢者の比較では、咀嚼回数・咀嚼時間ともに健常成人より健常高齢者のほうが高い数値を示し、有意差が認められた。これは、加齢に伴って唾液量の減少²⁰⁾や舌機能、咀嚼機能が低下²¹⁾したことにより咀嚼時間が延長し、咀嚼回数も増加したものと考えられる。

4. 餅の嚥下動態について

液体を丸飲みする場合には咽頭に流れ込む前に嚥下反射が起こる。しかし固形物を食べる際には食物は咀嚼中に唾液と混和され、咀嚼の進行とともに舌によって能動的に中咽頭へと送り込まれ、そこで嚥下が起こる。これを Stage 2 transport と呼び、咀嚼中に高率に発生する動態である²²⁻²⁵⁾。嚥下反射の遅延は主たる誤嚥の原因である²⁶⁾ことから、Stage 2 transport の早期に嚥下反射を起こすことは、誤嚥や窒息を予防する方法であるとも言い換えられる。

嚥下反射惹起時の食塊先端の位置を比較したところ、OCE での嚥下反射がみられた健常成人はもち米餅で 15 名中 9 名、もち小麦餅では 15 名中 2 名であり、有意差が認められた。それに対して健常高齢者ではもち米餅のみ 8 名中 1 名が OCE での嚥下反射がみられ、有意差は認められなかった。

過去に行った健常成人での研究⁹⁾では、もち米餅はもち小麦餅に比べて嚥下反射惹起時の食塊先端が OCE にあり、もち米餅のほうが嚥下反射が早く起こる傾向にあった。それは本研究においても健常成人で同様の結果となった。このことは、もち米餅の有する付着性や粘着性により、食塊が口腔から咽頭へとまとまった形で流れ落ちるためであると考えられる。さらに本研究では、健常高齢者ではもち米餅ともち小麦餅で嚥下動態の差がないのに対し、健常成人ではもち米餅ともち小麦餅での嚥下動態に差がみられることが明らかとなった。通常、固形物の場合、我々は Stage 2 transport を起こしながら摂取するが、健常成人はもち米餅を Stage 2 transport を起こさずに食べている。一方、健常高齢者ではもち米餅を他の一般的な食物と同様に Stage 2 transport を起こしながら食べている。この違いが、もち米餅の窒息が高齢者に多いことを示しているのではないかと考えられる。

本研究では、ほぼ全ての健常高齢者において VAL での嚥下反射惹起が認められた。これは、加齢の影響により口腔内や咽頭感覚が減少し、嚥下反射の閾値が上昇するとの報告²⁷⁻²⁹⁾に当てはまる。高齢者において、食塊が嚥下反射の開始前に咽頭に流れ落ちることが誤嚥や窒息の原因となると考えられた。

また、もち小麦餅では 1 例も咽頭残留がみられなかったが、もち米餅では 1 名の健常成人と 4 名の健常高齢者に少量の咽頭残留が確認された。有意差が認

められたのは健常高齢者内の咽頭残留のみであったが、いずれにしても、もち米餅はもち小麦餅と比べると付着性や粘着性が高いため、より咽頭残留を引き起こしやすいといえる。

5. 嚥下内視鏡検査を用いた評価の有意性

咀嚼状態については、佐々生らの報告¹¹⁾より、嚥下直前の状態を粉碎度・集合度・混和度の3点から視覚的に捉えることとした。嚥下直前の食塊を観察する方法としては嚥下内視鏡検査や嚥下造影検査が用いられている。嚥下造影検査は咀嚼から嚥下が終わるまでの一連の流れを観察することができるが、造影剤を混ぜた食品を用いるため食品の物性が変化する。一方、嚥下内視鏡は食物そのものを検査食として用いることが可能であり、食塊の粉碎の程度や混ざり具合を観察するには適している。このことから、本研究ではもち米餅ともち小麦餅の咀嚼状態を確認するために嚥下内視鏡を用いた。ただし、嚥下内視鏡の評価では液体や固形物を用いた報告^{11,13,30)}はあるが、東洋の食品をはじめ、各地域で好まれている食品の報告はほとんどない。今回は餅を用いて咀嚼状態評価の有意性が明らかになったが、今後も危険であるとされる、もしくは物性に特徴のある特定の食品を咀嚼、嚥下した場合の評価を行うことで新しい知見が得られるのではないかと考える。

6. 餅の代用品としてのもち小麦餅

我々の過去の研究^{31,32)}で、健常成人 20 名および健常高齢者 34 名に対して、もち米餅ともち小麦餅の食後のアンケート調査を行ったところ、両者を食べ比べても味の違いはほぼ変わらないことが判明した。また、もち小麦餅は付着性や粘着性が低いことから飲み込みやすく、美味しいという結果が得られた。過去および今回得られた結果から、もち小麦餅は美味しさの面からも期待できる食品であると考えられる。

7. 研究限界と今後の課題

本研究では誤嚥や喉頭侵入はみられなかった。それは、本研究が健常成人および健常高齢者での調査であったため、まとまりが悪い状態でも嚥下できていた可能性が考えられる。よって著しい機能低下が見られない高齢者に対してはもち米餅に比してもち小麦餅は安全な食品であると考えられたが、摂食・嚥下機能の低下した高齢者や摂食・嚥下障害患者に対してもち小麦餅が安全な食品であるかどうかについては本研究から論じることはできない。どのような条件を満たす患者であれば、もち小麦餅を安全に食べることが出来るのか等を具体化していくことが今後の課題であると考えられる。

結論

もち米餅ともち小麦餅を健常成人および健常高齢者に食べさせてその結果を比較したところ、もち小麦餅のほうが咀嚼が容易で、咽頭残留を引き起こしにくいことが判明した。東アジア諸国の人々は粘着性食品を好む傾向にあるが、高齢化に伴い窒息のリスクを有する人口が増加することは容易に推測できる。

もち小麦を用いると、もち米よりも粘着性の低い餅を作ることが可能である。低い粘着性は食べやすい餅を作るための一つの要因であると考えられ、著しい機能低下を持たない高齢者に対して有用であるといえる。もち小麦餅は飲み込みやすい餅、窒息しにくい餅として今後期待できる食品である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、格別なるご指導ご鞭撻を賜りました日本大学歯学部
の植田耕一郎教授、東京医科歯科大学の戸原玄准教授、青森県立保健大学の
藤田修三教授に謹んで心より感謝申し上げます。また、本研究を通じ多大なる
ご助言とご協力を賜りました日本大学歯学部摂食機能療法学教室の皆様
に感謝致します。

なお、本研究の一部は日本大学大学院歯学研究科研究費（学生研究費）の補
助によるものである。

文献

- 1) 厚生労働省 (2011) 不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数, 人口動態統計.
- 2) 向井美恵 (2008) 平成 19 年度厚生労働省特別研究「食品による窒息の現状把握と原因分析」, 厚生労働省.
- 3) 内閣府 (2008) 第 1 節 高齢化の状況, 平成 20 年版 高齢社会白書.
- 4) Ekberg O, Feinberg MJ (1991) Altered swallowing function in elderly patients without dysphagia. *Am J Roentogenol*, 156, 1181-1184.
- 5) Sheth N, Diner WC (1988) Swallowing problems in the elderly. *Dysphagia*, 2, 209-215.
- 6) Tibbling L, Gustafsson B (1991) Dysphagia and its consequences in the elderly. *Dysphagia*, 6, 200-202.
- 7) 谷口義則, 伊藤裕之, 平 将人, 前島秀和, 吉川 亮, 中村和弘, 八田浩一, 中村 洋, 伊藤美環子, 伊藤誠治 (2008) 製粉性、粉の色相及び収量性が改善された寒冷地向けもち性小麦新品種「もち姫」の育成. *東北農研研報*, 109, 15-29.
- 8) 長澤幸一, 田引 正, 西尾善太, 伊藤美環子, 中村和弘, 谷口義則, 山内宏昭 (2011) 国産もち小麦「もち姫」を含む国産小麦パンの製パン性および特徴的

- 物性の解析. 日本調理科学会誌, 44, 214-222.
- 9) Fujita S, Kumagai T, Yanagimachi M, Sakuraba S, Sanpei R, Yamoto M, Tohara H (2012) Waxy wheat as a functional food for human consumption. *J Cereal Sci*, 55, 361-365.
- 10) Tohara H, Nakane A, Murata S, Mikushi S, Ouchi Y, Wakasugi Y, Takashima M, Chiba Y, Uematsu H (2010) Inter- and intra- rater reliability in fibroptic endoscopic evaluation of swallowing. *J Oral Rehabil*, 37, 884-891.
- 11) 佐々生康宏, 野原幹司, 小谷泰子, 阪井丘芳 (2008) 内視鏡による食塊形成機能の評価—健常有歯顎者を対象として—. *老年歯学*, 23, 42-49.
- 12) 大内ゆかり (2007) 咀嚼方法の相違が嚥下動態に及ぼす影響. *日摂食嚥下リハ会誌*, 11, 114-122.
- 13) Langmore SE, Schatz K, Olsen N (1988) Fiberoptic Endoscopic Examination of Swallowing Safety: A New Procedure. *Dysphagia*, 2, 216-219.
- 14) 瞬刊!リサーチ NEWS (2012) 今年も餅を喉に詰まらせ死亡者出るも高齢世代は餅離れせず, <http://shunkan-news.com/archives/3505>, 2013年4月15日閲覧.
- 15) 打越 進, 秋田谷直, 小松信行, 斎藤成明, 三宅浩郷, 亀井徹正, 篠原幸人 (1981) 救命し得た餅誤嚥 1 症例と餅異物症の文献的考察. *日気食会報*, 32, 355-358.

- 16) 川村雅文, 渡辺真純, 橋詰寿律, 加藤良一, 菊池功次, 小林紘一, 石原恒夫, 堀 進吾 (1990) 興味ある経過をとった餅誤嚥による急性呼吸不全の 1 例. 気管支学, 12, 88-92.
- 17) 永井厚志, 坂井匡一, 山口恵理子, 高橋英孝 (1992) モチ誤嚥時挿管された気管チューブ抜去の際の注意点. 気管支学, 14, 471-473.
- 18) 植田史朗, 井上竜治 (2008) 餅小片誤嚥による多発気管支閉塞により急性呼吸不全を認めた 1 例. 気管支学, 30, 36-40.
- 19) Shiozawa K, Kohyama K (2011) Effects of Addition of Water on Masticatory Behavior and the Mechanical Properties of the Food Bolus. J Oral Biosci, 53, 148-157.
- 20) 水木雄亮, 塩澤光一, 森戸光彦 (2011) 実験的唾液分泌量の減少が咀嚼過程と嚥下食塊物性に及ぼす影響. 老年歯学, 26, 412-422.
- 21) 長屋政博 (2009) 高齢者の摂食・嚥下障害. 臨牀看護. 35, 岩井壽夫編, へるす出版, 東京, 476-482.
- 22) Palmer JB (1998) Bolus aggregation in the oropharynx does not depend on gravity. Arch Phys Med Rehabil, 79, 691-696.
- 23) Palmer JB (2000) Mechanism of food transport during mastication and swallowing. 日摂食嚥下リハ会誌, 4, 3-9.

- 24) 松尾浩一郎, 才藤栄一, 武田斉子, 馬場 尊, 藤井 航, 小野木啓子, 奥井美枝, 植松 宏, Palmer JB (2002) 咀嚼および重力が嚥下反射開始時の食塊の位置に及ぼす影響. 日摂食嚥下リハ会誌, 6, 65-72.
- 25) 武田斉子, 才藤栄一, 松尾浩一郎, 馬場 尊, 藤井 航, Palmer JB (2002) 咀嚼が食塊の咽頭進入に及ぼす影響. リハ医学, 39, 322-330.
- 26) Dua KS, Ren J (1997) Coordination of deglutitive glottal function and pharyngeal bolus transit during normal eating. *Gastroenterology*, 112, 73-83.
- 27) Aviv JE, Martin JH, Jones ME, Wee TA, Diamond B, Keen MS, Blitzler A (1994) Age-related changes in pharyngeal and supraglottic sensation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 103, 749-752.
- 28) Shaker R, Ren J, Zamir Z, Sarna A, Liu J, Sui Z (1994) Effect of aging, position, and temperature on the threshold volume triggering pharyngeal swallow. *Gastroenterology*, 107, 396-402.
- 29) Shaker R, Ren J, Bardan E, Easterling C, Dua K, Xie P, Kern M (2003) Pharyngoglottal closure reflex: Characterization in healthy young, elderly and dysphagic patients with predeglutitive aspiration. *Gerontology*, 49, 12-20.
- 30) 深津ひかり, 野原幹司, 佐々生康宏, 尾島麻希, 小谷泰子, 坂井丘芳 (2010) 内視鏡を用いた嚥下直前の食塊の観察—咀嚼回数が食塊に与える影響—. 日

摂食嚥下リハ会誌, 14, 27-32.

31) 三瓶龍一, 藤田修三, 柳町真志美, 戸原 玄, 植田耕一郎 (2010) 餅と比較し

たもち小麦餅の特性について. 日摂食嚥下リハ会誌, 14, 463.

32) 三瓶龍一, 藤田修三, 戸原 玄, 柳町真志美, 安部英助, 高橋樹世, 小島信彦,

吉本孝之, 野原的子, 植田耕一郎 (2011) もち小麦の有用性—第 1 報:施設入

居高齢者への提供から得られたこと—. 老年歯学, 26, 188-189.

図および表

咀嚼状態評価表 Ver.1.0

検査No. 1. 2. 3. 4

評価日: 2013年 月 日

評価者氏名:

粉碎度
3点: 全体が粉碎されている
2点: 大部分が粉碎されているが、一部粉碎されていない
1点: 一部粉碎されているが、大部分が粉碎されていない
0点: ほぼまたは全く粉碎されていない

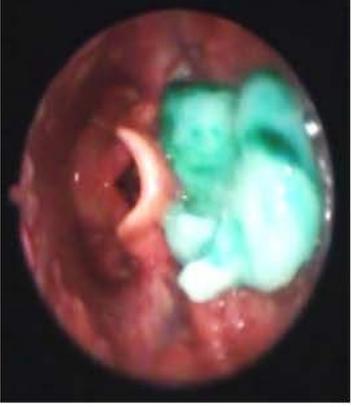
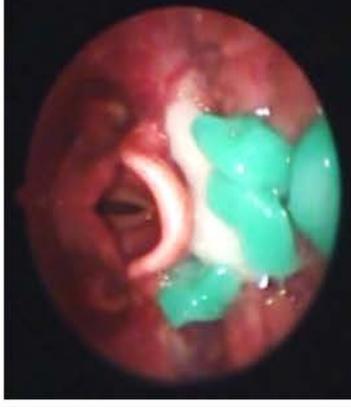
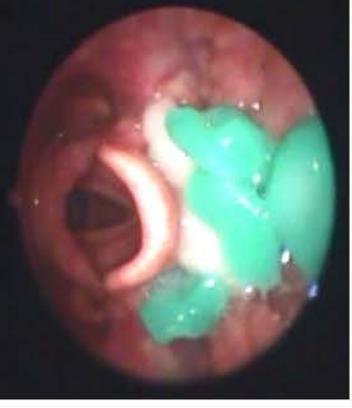
集合度
3点: 一塊として集合している
2点: 多くが塊になっている
1点: 多くが塊になっていない
0点: ばらついている

混和度
3点: よく混ざり合っている
2点: 大部分が混ざり合っているが、一部混ざり合っていない
1点: 一部混ざり合っているが、大部分が混ざり合っていない
0点: ほぼまたは全く混ざり合っていない

嚙下内視鏡検査結果
 白色と緑色の餅を同時に摂取した際の咀嚼状態を、粉碎度・集合度・混和度の3つの項目に分けて評価する。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
粉碎度	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点
集合度	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点
混和度	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点	<input type="checkbox"/> 3点 <input type="checkbox"/> 2点 <input type="checkbox"/> 1点 <input type="checkbox"/> 0点

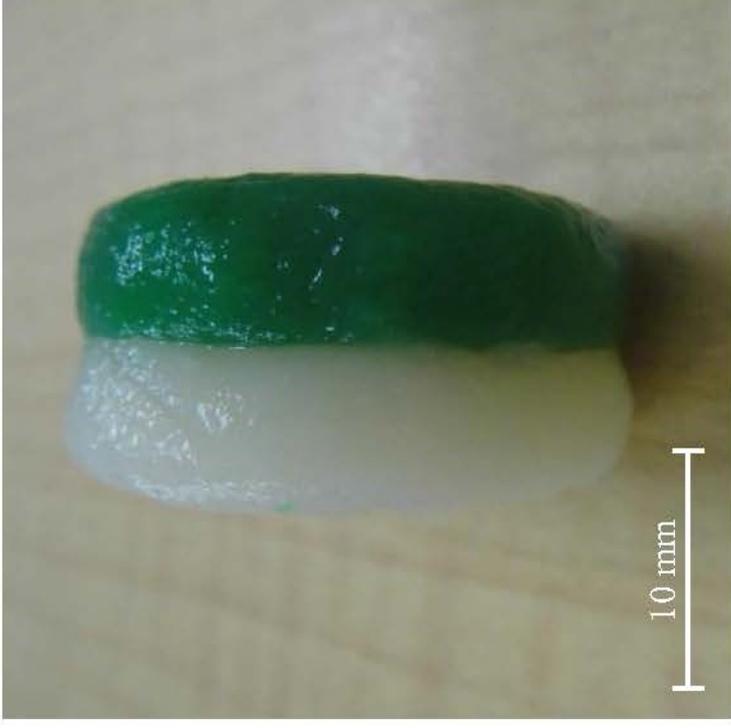
第1図 嚙下内視鏡検査による咀嚼状態評価表

粉砕度	 <p>良好(3点)</p>	 <p>大部分良好(2点)</p>	 <p>一部良好(1点)</p>	 <p>不良(0点)</p>
集合度	 <p>良好(3点)</p>	 <p>大部分良好(2点)</p>	 <p>一部良好(1点)</p>	 <p>不良(0点)</p>
混和度	 <p>良好(3点)</p>	 <p>大部分良好(2点)</p>	 <p>一部良好(1点)</p>	 <p>不良(0点)</p>

第2図 粉砕度・集合度・混和度の評価基準

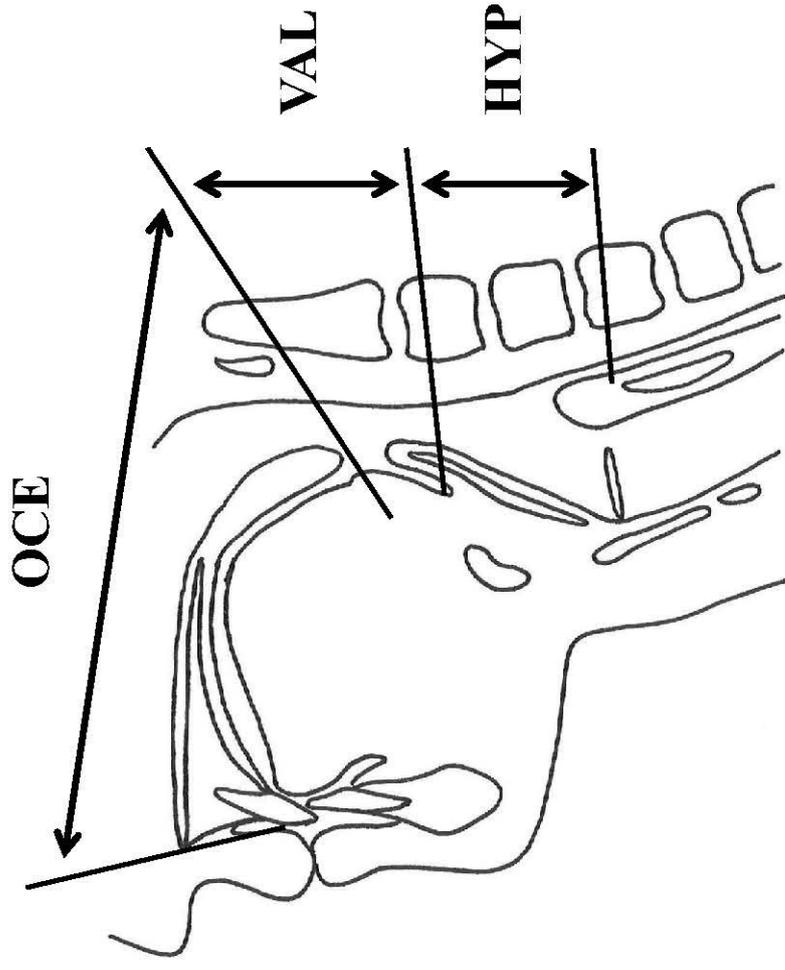


もち米餅



もち小麦餅

第3図 もち米餅 と もち小麦餅



第4図 嚥下反射惹起時の食塊先端位置の区分

口腔および上咽頭領域 (OCE: Oral Cavity area or Epipharynx area)、
喉頭蓋谷領域 (VAL: Valleculae area)、下咽頭領域 (HYP: Hypopharynx area)

第1表 検者間一致率

	1回目評価	2回目評価	3回目評価	4回目評価
粉碎度	0.16	0.31	0.24	0.45
集合度	0.46	0.49	0.48	0.51
混和度	0.36	0.52	0.47	<u>0.60</u>
平均	0.33	0.44	0.40	0.52
標準誤差	0.09	0.07	0.08	0.04

Cohen のカッパ係数

中等度的一致率(0.40~0.59): 太字

高い一致率(0.60~1.00): 太字 + 下線

第2表 検者内一致率

	1 st vs. 2 nd	1 st vs. 3 rd	1 st vs. 4 th	2 nd vs. 4 th	2 nd vs. 3 rd	3 rd vs. 4 th
粉碎度	0.17	0.18	0.25	<u>0.63</u>	<u>0.63</u>	<u>0.64</u>
集合度	0.37	0.41	0.36	<u>0.72</u>	<u>0.62</u>	<u>0.65</u>
混和度	0.56	0.50	<u>0.62</u>	<u>0.66</u>	<u>0.75</u>	<u>0.62</u>
平均	0.37	0.36	0.41	<u>0.67</u>	<u>0.67</u>	<u>0.64</u>
標準誤差	0.11	0.10	0.11	0.03	0.04	0.01

Cohen のカッパ係数

中等度的一致率(0.40~0.59): 太字

高い一致率(0.60~1.00): 太字 + 下線

第3表 咀嚼回数と咀嚼時間

	咀嚼回数(回)				咀嚼時間(秒)						
	もち 米餅	もち 小麦餅	Z値	r	p	もち 米餅	もち 小麦餅	Z値	r	p	
健全成人 (n=15)	平均	19.1	21.0	.72	.19	.470	15.4	15.5	.03	.01	.977
	SD	7.5	9.6				5.4	6.7			
	最大	33	38				25	30			
	最小	4	3				5	4			
健全高齢者 (n=8)	平均	37.7	38.3	.28	.10	.779	27.3	25.4	1.33	.47	.183
	SD	15.9	19.7				8.9	11.1			
	最大	75	83				42	43			
	最小	20	17				14	13			
Z値	3.04	2.29									
r	.65	.48									
p	.001**	.019*									
							.004**	.016*			

Mann-Whitney のU検定 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

第4表 食塊の深達度の検討

	成人 もち米餅 - もち小麦餅 ^a	高齢者 もち米餅 - もち小麦餅 ^a	成人 - 高齢者 もち米餅 ^b	成人 - 高齢者 もち小麦餅 ^b
OCE vs. VAL + HYP	0.04*	1	0.07	0.53
OCE + VAL vs. HYP [*]	—	—	—	—

※HYPにて嚥下反射惹起がないため比較不可能

* $p < 0.05$

^a McNemar 検定

^b Fisher の正確確率検定

第5表 粉碎度・集合度・混和度の検討

		粉碎度				集合度				混和度						
		もち 米餅 (n=6)	もち 小麦餅 (n=13)	Z値	r	p	もち 米餅 (n=6)	もち 小麦餅 (n=13)	Z値	r	p	もち 米餅 (n=6)	もち 小麦餅 (n=13)	Z値	r	p
		健全成人	平均	1.83	2.62	2.18	.50	.046*	2.50	2.62	.46	.11	.701	2.00	2.62	1.97	.45	.087
SD	.69		.49				.50	.49				.58	.49			
健全高齢者	平均	1.71	2.88	3.23	.83	.001**	2.86	2.88	.01	.03	.955	1.29	2.34	2.88	.74	.006**
	SD	.45	.33				.35	.33				.45	.48			
Z値		.25	1.25				1.34	1.25				1.99	1.05			
r		.07	.27				.37	.27				.47	.23			
p		.836	.336				.295	.336				.073	.374			

Mann-Whitney のU検定 * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

第6表 咽頭残留の有無

	もち米餅		もち小麦餅		Z値	r	p
	あり	なし	あり	なし			
健常成人	1	14	0	15	1.00	.27	.317
健常高齢者	4	4	0	8	2.00	.71	.046*
Z値	2.35		0				
r	.49		.00				
p	.101		1.000				

Mann-Whitney のU検定 * $p < 0.05$