

the four body positions. The AT EMG started slightly earlier than the SH EMG, and the overall difference across the four body positions and the three sessions was ~0.13 s (on average) ranging from 0.11 s (60° inclined) to 0.16 s (30° inclined). However, two-way ANOVA detected no differences in the start of bursting between these EMGs among the body positions and among the sessions.

## Discussion

The present study measured six durations defined electromyographically to examine influences of body posture on swallowing, especially of the oral phase. One of the measured durations, the time from the start to the peak of the integrated suprahyoid (SH) EMG was nearly equal to the duration of oral phase (DOP) of swallowing, as we reported previously (Miyaoka *et al.*, 2006; Takagi *et al.*, 2001). The average DOP decreased consistently by lying body posture down from the upright to inclined and supine positions (Fig. 3), and the decrease in the DOP reached the statistically significant level. Additionally, the decrease in the DOP (Fig. 3) was the specific result caused by a procedure of lying body posture, since changes in the full duration of the SH EMG and in the second duration of the SH EMG (Duration<sub>2nd AT</sub>) were not statistically significant (Fig. 4). The decrease in the DOP we defined strongly suggests that lying body posture down during swallowing shortens the conventional oral transit time (OTT) defined videofluorographically (Logemann, 1998). The timing of start of the pharyngeal phase dominates the duration of the preceding (i.e., oral) phase: i.e., earlier start of the pharyngeal phase shortens the OTT, while later start

prolongs the OTT. We presume, consequently, that lying body posture down started the pharyngeal phase earlier through some mechanisms without significant changes in the AT and SH EMGs themselves (Fig. 4). One plausible mechanism is as follows: owing to gravitational force, the test food on the tongue at the inclined and supine positions probably reached earlier sensitive areas for elicitation of the swallowing reflex (i.e., the pharyngeal phase of swallowing; (Miller, 1999) than at the upright position. Actually, the DOP decreased stepwise from the upright to the supine via two inclined positions, typically in the first session (Fig. 3), suggesting a contribution of gravitational force to the decrease in the DOP. The stimuli delivered to the sensitive areas by the test food appeared mechanical and thermal ones rather than chemical (gustatory), since we used a tasteless and odorless thickening agent as the material for the test food (see 'Materials and Methods'). The major finding, the decrease in the duration of the oral phase by lying body posture down, is consistent with a previous study using saliva as the material (Moller, Lund & Nishiyama, 1971), but not with studies using small amounts of barium less than 10 mL (Gramiak, Kelley & Gravina, 1967; Johnsson *et al.*, 1995) in which body posture did not alter the duration of oral swallowing. Differences in the materials (thickening agent, saliva, and barium) used and their amounts are likely to be attributable to the contradiction among the present and previous reports. We conclude that body positions affect the duration of oral swallowing presumably by modifying the timing of start of the pharyngeal phase.

Despite the negative result of statistical examination, the second finding related to the duration of the AT EMG may suggest an important role of body posture in control of the anterior tongue activity during swallowing when we

consider a previous report (Tasko, Kent & Westbury, 2002). In this report, the authors recorded movement of six pellets attached on the tongue during liquid swallowing with X-ray microbeam technology, and they found a large variation in the tongue movement across their subjects, especially prominent in the movement of the 'T1' (Fig. 1 in (Tasko, Kent & Westbury, 2002) which was similar to our recording site of the AT EMG (Fig. 1). The large variation of tongue movement during swallowing across subjects seems partly responsible for our negative result, and in other words the change in the duration of the AT EMG by body posture very close to the significant level ( $P < 0.07$ ) suggests that the postural influence on the duration is not so weak as expected by the negative result of statistical examination. We need make researches into the origins of the AT EMG associated with swallowing (intrinsic vs. extrinsic tongue muscles) and into the mechanisms for differentiation of activity patterns (single vs. multiple peaks; see Fig. 2) in the near future.

Physical properties of the test food used (Table 1) were similar to or smaller than those in a previous report (Shiozawa, Kohyama & Yanagisawa, 2003) in which the authors asked normal subjects to chew three kinds of foods (rice cake, peanut, and biscuit) and collected the chewed foods just before swallowing (i.e., boluses) to measure their physical properties. The authors obtained the following average values (approximate): hardness, 20 kPa; cohesiveness, 0.5; and adhesiveness, 3 kJ/m<sup>3</sup>, respectively (Figs 3-5 in (Shiozawa, Kohyama & Yanagisawa, 2003). Comparison of these values to our data (Table 1) suggests that the test food we used was as pasty as boluses ready to swallowing and much softer and thinner than them. We previously used the same agent as a material for the test food used in this study with a

higher concentration (8 g/100 ml water, (Miyaoaka *et al.*, 2006), and the present test food (concentration, 2 g/100 ml water, Table 1) was softer and thinner than the previous one. The DOP measured at the upright position in our preceding study (Miyaoaka *et al.*, 2006) was 1.28 s (on average) and longer than that at the same position in this study (Fig. 3). Conditions of the measurements were very similar between the two studies: i.e., we examined subjects at the upright position and measured the DOPs during swallowing of the test foods (~25°C) dissolved the same agent in water. However, the hardness differed between the test foods used due to their concentrations as mentioned above. The shorter DOP of this report under similar experimental conditions to our previous one (Miyaoaka *et al.*, 2006) may attribute to the difference in hardness of the two test foods.

*In conclusion*, postural changes during swallowing from the natural upright to inclined and supine positions shorten the duration of the oral phase defined electromyographically, but do not affect individual durations of the anterior tongue and suprahyoid muscles related to swallowing.

#### Acknowledgements

The authors are grateful to Mr. H. Iwamori and Mr. S. Kawakami (Department of Health and Nutrition, Niigata University of Health and Welfare) for his (H.I.) kind help in measuring physical properties of the used test food and for his (S.K.) valuable help in preparing the manuscript.

## Figure legends

### Figure 1 The experimental set-up

a, Each subject was examined at four different body positions: upright (90°), 60° inclined (60°), 30° inclined (30°), and horizontal supine (0°) body positions. b, The anterior tongue EMG was recorded with electrodes located 20 mm posterior from the tongue tip with bilateral symmetry ('Tongue EMG'). An EMG of the suprahyoid muscles was recorded with a pair of electrodes adhered to the skin under the chin on both sides of the midline ('SH EMG'). Test foods were poured from needle less syringes onto the tongue between the electrodes.

### Figure 2 Anterior tongue and suprahyoid EMG activities during swallowing

Anterior tongue (upper traces) and suprahyoid (middle traces) EMGs and their integrations were recorded during swallowing of the test food at the upright position. Each horizontal bar with closed arrows below the original EMG trace shows the four durations measured. Dots on the left of individual traces indicate the base line (i.e., '0' level). Vertical bars on the right side indicate 400  $\mu$ V for Anterior tongue, 200  $\mu$ V.s for Anterior tongue, 50  $\mu$ V for Suprahyoid, 200  $\mu$ V.s for Anterior tongue, and 50 mV for Larynx, respectively. Horizontal bar between Larynx and Signal for swallowing indicates a time scale of 0.5 s. Additional two durations were measured when two peaks of anterior tongue activity were observed: Duration<sub>1st AT</sub> (between first closed and open arrows) and Duration<sub>2nd AT</sub> (between open and third closed

arrows). See text (esp., 'Materials and Methods') for details.

Figure 3 Average durations of anterior tongue and suprahyoid EMG activities during swallowing

Bar graphs summarize the average durations (+S.E.M.) of anterior tongue (a) and suprahyoid (b) EMG activities during swallowing of the test food at four body positions in three (1st, 2nd, and 3rd) sessions. Up, upright; 30°, 30° inclined; 60°, 60° inclined; and Su, supine body positions. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$  compared with the average durations at supine body position.

Figure 4 Average durations of anterior tongue and suprahyoid EMG activities during swallowing

Bar graphs summarize the average durations (+S.E.M.) of anterior tongue (a) and suprahyoid (b) EMG activities during swallowing of the test food at four body positions in three (1st, 2nd, and 3rd) sessions. Up, upright; 30°, 30° inclined; 60°, 60° inclined; and su, supine body positions. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$  compared with the average durations at supine body position.

## REFERENCES

- Ayuse, T., Ishitobi, S., Kurata, S., Sakamoto, E., Okayasu, I. & Oi, K. (2006). Effect of reclining and chin-tuck position on the coordination between respiration and swallowing. *J Oral Rehabil*, **33**, 402.
- Chi-Fishman, G. & Stone, M. (1996). A new application for electropalatography: swallowing. *Dysphagia*, **11**, 239.
- Chi-Fishman, G., Stone, M. & McCall, G. N. (1998). Lingual action in normal sequential swallowing. *J Speech Lang Hear Res*, **41**, 771.
- Dejaeger, E., Pelemans, W., Ponette, E. & Vantrappen, G. (1994). Effect of body position on deglutition. *Dig Dis Sci*, **39**, 762.
- Gramiak, R. & Kelley, M. L., Jr. (1966). Nasal pressure changes during swallowing. A combined cineradiographic and manometric study. *Invest Radiol*, **1**, 225.
- Gramiak, R., Kelley, M. L., Jr. & Gravina, R. F. (1967). Nasal pressure changes during swallowing; an analysis of 1,219 swallows in 88 healthy subjects. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med*, **99**, 562.
- Hiemae, K. M. & Palmer, J. B. (1999). Food transport and bolus formation during complete feeding sequences on foods of different initial consistency. *Dysphagia*, **14**, 31.
- Hiemae, K. M. & Palmer, J. B. (2003). Tongue movements in feeding and speech. *Crit Rev Oral Biol Med*, **14**, 413.
- Hiemae, K. M., Palmer, J. B., Medicis, S. W., Hegener, J., Jackson, B. S. & Lieberman, D. E. (2002). Hyoid and tongue surface movements in speaking and eating. *Arch Oral Biol*, **47**, 11.

- Johnsson, F., Shaw, D., Gabb, M., Dent, J. & Cook, I. (1995). Influence of gravity and body position on normal oropharyngeal swallowing. *Am J Physiol*, **269**, G653.
- Kahrilas, P. J., Lin, S., Logemann, J. A., Ergun, G. A. & Facchini, F. (1993). Deglutitive tongue action: volume accommodation and bolus propulsion. *Gastroenterology*, **104**, 152.
- Logemann, J. A. (1998). *Evaluation and Treatment of Swallowing Disorders*. 2nd edition. Austin: Pro-ed.
- Lowe, A. A. (1980). The neural regulation of tongue movements. *Prog Neurobiol*, **15**, 295.
- Miller, A. J. (1999). *The Neuroscientific Principles of Swallowing and Dysphagia*. San Diego, London: Singular Publishing Group, Inc.
- Miller, A. J. (2002). Oral and pharyngeal reflexes in the mammalian nervous system: their diverse range in complexity and the pivotal role of the tongue. *Crit Rev Oral Biol Med*, **13**, 409.
- Miyaoka, Y., Haishima, K., Takagi, M., Haishima, H., Asari, J. & Yamada, Y. (2006). Influences of thermal and gustatory characteristics on sensory and motor aspects of swallowing. *Dysphagia*, **21**, 38.
- Moller, E., Lund, P. & Nishiyama, T. (1971). Swallowing in upright, inclined, and supine positions: action of the temporal, lateral pterygoid, and digastric muscles. *Scand J Dent Res*, **79**, 483.
- Palmer, J. B. (1998). Bolus aggregation in the oropharynx does not depend on gravity. *Arch Phys Med Rehabil*, **79**, 691.
- Shawker, T. H., Sonies, B., Stone, M. & Baum, B. J. (1983). Real-time ultrasound



visualization of tongue movement during swallowing. *J Clin Ultrasound*, **11**, 485.

Shiozawa, K., Kohyama, K. & Yanagisawa, K. (2003). Relationship between physical properties of a food bolus and initiation of swallowing. *Jpn. J. Oral Biol.*, **45**, 59.

Stone, M. & Shawker, T. H. (1986). An ultrasound examination of tongue movement during swallowing. *Dysphagia*, **1**, 78.

Takagi, M., Miyaoka, Y., Haishima, K., Haishima, H., Matsunaga, K. & Yamada, Y. (2001). Analysis of swallowing movement using a simple and safe device. *J. Jpn. Soc. Stomatognath. Funct.*, **8**, 25.

Tasko, S. M., Kent, R. D. & Westbury, J. R. (2002). Variability in tongue movement kinematics during normal liquid swallowing. *Dysphagia*, **17**, 126.

Yamada, Y., Yamamura, K. & Inoue, M. (2005). Coordination of cranial motoneurons during mastication. *Respir Physiol Neurobiol*, **147**, 177.

Yoshida, K., Takada, K., Adachi, S. & Sakuda, M. (1982). EMG approach to assessing tongue activity using miniature surface electrodes. *J Dent Res*, **61**, 1148.

## 原 著

## 高齢者向け米菓の研究

高橋 肇<sup>1)</sup>, 伊藤 彰<sup>1)</sup>, 江川 広子<sup>2)</sup>, 渡辺 紀之<sup>1)</sup>,  
井上 誠<sup>3)</sup>, 新井 映子<sup>4)</sup>, 山田 好秋<sup>2)</sup>

## 抄 録

高齢者が摂食しやすい米菓の物性と嗜好性を明らかにし、新たに開発した米菓（以後開発型）がこれらの特性を満たす米菓かどうかを明らかにする目的で、米菓の物性測定、咀嚼筋の筋電図測定および官能評価を行った。対照試料として硬い順に草加型、おかき型、新潟型、ベビー型の市販品を用いた。

得られた結果は以下の通りである。

1. 高齢被験者にとって、米菓の摂食可否を決める主な要因は「硬さ」であった。
  2. 米菓の硬さ（見かけのヤング率）は、草加型>おかき型>新潟型>開発型=ベビー型の順であり、若年被験者（N=66）の「咀嚼時の硬さ」における官能評価結果と一致していた。
  3. 開発型とベビー型は見かけのヤング率  $8.56 \times 10^6 \text{N/m}$  以下であり、高齢被験者でも摂食可能であった。
  4. 見かけのヤング率平均値（x）と咬筋総活動量平均値（y）には  $y=0.15x+1.52$  ( $R^2=0.83$ ) の関係がみられ、硬い米菓ほど咬筋活動量が増加していた。
  5. 硬い米菓ほど咀嚼回数が増加し、その結果、咀嚼時間と咬筋総活動量が増加していた。
  6. 高齢被験者にとって、米菓の硬さは主に捕食時に問題となり、硬いものほど咬筋の活動時間を延長させ、咬筋初回活動量を大きくする傾向があった。
  7. 「食感」が、米菓の嗜好性で最も重要な項目であった。
  8. 嗜好性を評価した全項目で、若年被験者、高齢被験者ともに開発型をベビー型より高く評価した。
- 以上の結果から、開発型は高齢者の嗜好性を満たし、かつ食べやすい物性の米菓であることが明らかとなった。

キーワード：咀嚼，米菓，高齢者，テクスチャー，筋電図（EMG）

## 緒 言

高齢社会を迎え、食事に問題を抱える高齢者が増加している。渡邊と湯川（2004）は、特に後期高齢期において咀嚼力の低下などから食事量の減少が起こり、低栄養を招いて生活の質が低下することが多いと報告している。手嶋（1999）は、高

齢者にとって口からおいしく安全に食事をとることが、QOLを向上させるために重要な課題であると述べている。しかし、安全性を重視するあまり、嗜好性を無視した食品では、QOLの向上はおろか、苦痛を与えかねない。高齢者の嗜好性を加味した安全な食品の研究は、主食となるおかゆ（高橋ら，1999；林ら，2002）、副食としてのおかず（菊谷ら，1999；川野ら，2001；吉田ら，2003；黒田，2004）については多いが、菓子類の研究は少ない。菓子は食生活のなかでも特に「楽しみ」、「喜び」に直結し、高齢者のQOLを向上させる意味で、大きな役割を果たすことが期待できる。また煎餅・あられ類は、60～79歳の

1) 亀田製菓株式会社お米科学研究室  
〒950-0192 新潟県新潟市元町1丁目3番5号  
TEL: 025-382-8879 FAX: 025-382-8887  
E-mail: h\_takahasi@sk.kameda.co.jp

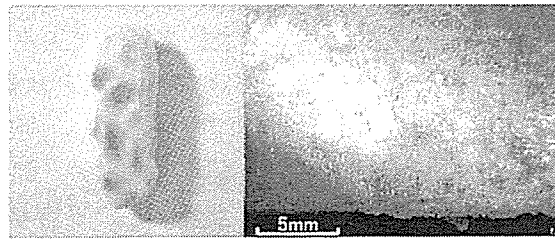
2) 新潟大学大学院医歯学総合研究科口腔生理学分野

3) 新潟大学大学院医歯学総合研究科摂食・嚥下障害学分野

4) 静岡大学教育学部家政教育講座

2006年8月25日受付

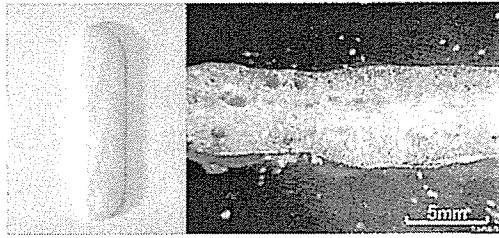
## 開発型



縦70×横23×厚さ15mm

断面図

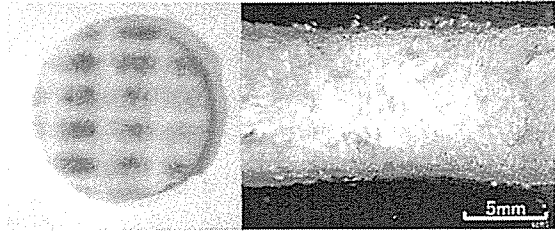
## ベビー型



縦105×横30×厚さ7mm

断面図

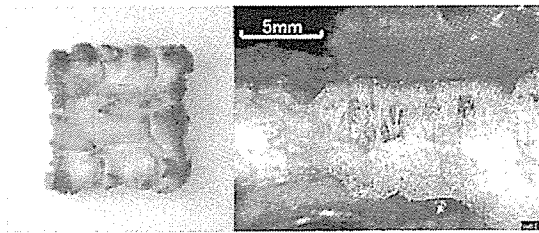
## 新潟型



直径80×厚さ9mm

断面図

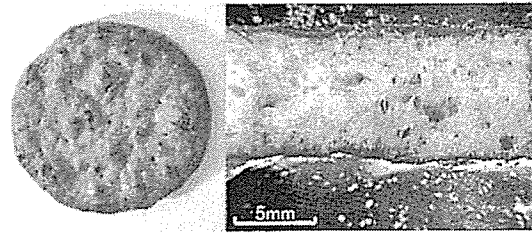
## おかき型



縦75×横75×厚さ10mm

断面図

## 草加型



直径85×厚さ10mm

断面図

Fig. 1 Pictures of rice crackers and these cross section  
Kaihatsu-type, Baby-type, Niigata-type, Okaki-type, Souka-type  
Fig. 1 米菓試料写真と断面図  
開発型, ベビー型, 新潟型, おかき型, 草加型

男女 400 名に聞いたアンケートで「よく食べるおやつ」の第 3 位に位置されており、高齢者の食べたいお菓子の 1 つである (食品流通情報センター, 2000)。しかし、佐藤ら (1988) は総義歯装着者を対象として、食べ難い順に食品を 5 段階に分別した結果、煎餅を 2 番目に食べ難い食品のグループに位置付けている。また、内田 (1991) は揚げ煎餅は適合の悪い義歯装着者には、非常に食べにくい食品であると述べている。このように、米菓は高齢者にとって食べにくい食品と評価されている。

そこで本研究では、市販の米菓を対象としてレオメーターによる物性測定と咬筋・舌骨上筋群の

筋電図測定によるテクスチャー評価に加え、官能評価による嗜好性を加味して、高齢者が食べやすい米菓の特性を明らかにするとともに、筆者らが高齢者向けに開発した米菓である開発型が、これらの条件を満たすかどうか検討した。

### 材料と方法

#### 1. 使用した試料

試料はすべて市販の米菓 (亀田製菓社製) を使用した (Fig. 1)。内訳は、ベビー型 (甘塩味, 製品名: ハイハイ), 新潟型 (塩味, 製品名: ソフトサラダ), おかき型 (塩味, 製品名: 将角サラダ), 草加型 (醤油味, 製品名: 鬼太鼓), お

よび筆者らが高齢者向けに開発した開発型（塩味，製品名：ふっくらおかき）であった。

米菓は，使用原料の米から大きく2つに分類される（渡辺，1999）．うるち米を使用している場合は煎餅類，もち米を使用している場合はおかき・あられ類に分類される．さらに，煎餅類は硬い食感が特徴の草加型，ソフトな食感の新潟型に分類される．今回，新潟型のなかでも生後5カ月～幼児向けに開発されたソフトな食感を特徴とする米菓を，ベビー型に分類した．おかき・あられ類は，おかき型（大型のもの），あられ型（小型のもの）に分類される．開発型はおかき型に分類される．各米菓の食塩含量は，開発型 1.3 g/100 g，ベビー型 1.6 g/100 g，新潟型 1.7 g/100 g，おかき型 1.2 g/100 g，草加型 1.3 g/100 g であった．また，ベビー型のみ塩分を生地に練りこんで味付けしているのに対して，ほかの米菓は表面に塩分を吹きつけて味付けしていた．あられ型は形状が小さく，誤嚥の危険性があると判断し，対照から除外した．

## 2. 実験方法

### 1) 力学的物性測定

各試料の見かけのヤング率，破断応力/平均応力をクリープメータ（RE 2-33005 S，山電社製）にて測定した．試料として用いた米菓の厚さが異なるため，応力を縦軸，進入距離を横軸として波形図を作成し，各ピークの微分値を求め，そのなかの最大値を見かけのヤング率とした．測定開始より最初のピーク高を破断点とし，その応力値を破断応力とした．そして，応力-進入距離曲線における各ピーク面積の総和を，進入距離で除算した値を平均応力として，破断応力/平均応力を求めた．

測定に用いた各試料は，固定剤で試料台（直径 60 mm，ポリプロピレン製）に固定した．固定剤は，ポリグリセリン脂肪酸エステル（リョートーポリグリエステル S-24 D，三菱化学フーズ社製）を使用した．まず，固定剤をガラスシャーレに入れた後，50～60°Cの湯浴にて加温溶解させた．そこに試料の片面を浸してすぐ取り出し，固定剤付着面を下側にして試料台に置き，1～2分間放置して固定剤を固化させ，試料を試料台に固定した．この試料台を測定用テーブルに固定して，直

径 3 mm の円柱型ステンレスプランジャーを使用し，圧縮速度 1 mm/sec，歪率 70 % まで圧縮した．各試料とも室温（25°C）で，30 枚測定した．

### 2) 筋電図測定および実験手順

被験者には，咀嚼・嚥下機能に臨床的な異常の認められない，23～40 歳の成人 8 名（男性 6 名，女性 2 名，平均年齢 31.4 歳）を選択した．臼歯部に充填物を施されている者が若干名含まれていたが，事前の歯科医師の診察により咀嚼能力には影響が無いことを確認した．義歯装着者や矯正治療中の者は含まれていなかった．

双極性塩化銀皿電極（NT-211 u，NT-212 u，日本光電工業社製）を使用し，咬筋および舌骨上筋群の表面筋電図記録を行った．あらかじめ被験者の好みの咀嚼側を聴取し，好みの咀嚼側の咬筋，顎二腹筋前腹相当部位の皮膚表面に電極間距離 20 mm で電極を貼付し，テープで固定した．そして被験者には，各試料を手で割らないで切歯部で一口捕食した後，電極貼付側にて咀嚼してもらい，嚥下したら速やかに挙手するよう指示した．また，嚥下は一回ですよう指示した．5 種類の試料は 2 回ずつランダムに与え，各試料とも 2 回目の記録を解析対象とした．

記録された筋電図は前置増幅器にて増幅後，AD コンバータ（Power Lab，AD Instruments 社製，USA）を介してコンピュータに取り込み，オフラインにて専用の解析ソフト（Chart 5 for windows，AD Instruments 社製，USA）を用いて解析した．また，各筋電図ともに低周波領域（50 kHz 以下）をカットし，全波整流した．

咀嚼回数，咀嚼時間，咀嚼終了から嚥下終了までの時間，咬筋総活動量，咬筋平均活動量，舌骨上筋群総活動量を求めた．それぞれの項目の詳細は，Table 1 に示した．さらに，捕食時の初回サイクル（一口目）における咬筋筋電図の最大振幅，活動時間，初回活動量を求めた．

また，米菓全体の重量と摂取後に残った重量との差を，捕食の際に取り込んだ一口摂取重量とし，各米菓の比容積から一口摂取体積を求めた．比容積は開発米菓 5.3 ml/g，ベビー米菓 6.4 ml/g，新潟型 3.2 ml/g，おかき型 2.3 ml/g，草加型 2.2 ml/g であった．

Table 1 Analyzed items of electromyographic activity (EMG) recorded from the masseter muscle (M) and the digastric muscle (D) during mastication of rice crackers  
Number of chewing strokes, Chewing time, Time from end of chewing to end of swallowing, Sum of M activity, Average of M activity, Sum of D activity

Table 1 米菓試料咀嚼中における咬筋 (M) と舌骨上筋群の筋電図測定 (EMG) 項目  
咀嚼回数, 咀嚼時間, 咀嚼終了から嚥下終了までの時間, 咬筋総活動量, 咬筋平均活動量, 舌骨上筋群総活動量

| 測定項目                | 詳細  |
|---------------------|---|
| 咀嚼回数                | 咀嚼時の舌骨上筋群活動の群発活動の回数                       |
| 咀嚼時間                | 1 口目の舌骨上筋群活動開始から最後の咀嚼時の咬筋活動終了までの時間        |
| 咀嚼終了から<br>嚥下終了までの時間 | 咬筋活動終了から嚥下時にみられる舌骨上筋群の群発活動終了までの時間         |
| 咬筋総活動量              | 舌骨上筋群活動開始から最後の咀嚼時咬筋終了までの, 咬筋電位波形積分値の総和    |
| 咬筋平均活動量             | 咬筋総活動量を咀嚼回数で除算した値                         |
| 舌骨上筋群総活動量           | 舌骨上筋群活動開始から最後の咀嚼時咬筋終了までの, 舌骨上筋群電位波形積分値の総和 |

### 3) 米菓の硬さと咬筋総活動量との相関

1) で得られた各米菓サンプルの見かけのヤング率平均値を独立変数とし, 2) で得られた各米菓サンプルの咬筋総活動量平均値を従属変数として単回帰分析を行った。

### 4) 高齢被験者による米菓摂食状況調査

新潟市内の介護老人保健施設利用者のなかから, 意思疎通が可能で, 沢庵や硬い米菓が食べにくくなったとの自覚をもつが, 嚥下機能には臨床的な問題がみられない男性 8 名 (67~94 歳, 平均 81.5 歳) と女性 7 名 (73~95 歳, 平均 81.7 歳) の合計 15 名 (73~95 歳, 平均年齢 81.6 歳) を被験者とした。口腔内状態は, 上顎部分床義歯・下顎自歯 3 名, 上下顎部分床義歯 1 名, 上顎総義歯・下顎部分床義歯 4 名, 上下顎総義歯 7 名であった。摂食調査では, 上記 5 種類の米菓試料について「食べられそうに見えるか」, 「食べられたか」を評価してもらった。また「食べられそうに見えない」, 「食べられない」と答えた場合は, 理由を記述してもらった。

### 5) 若年被験者による官能評価

咀嚼・嚥下能力に問題のない健常な男子学生 30 名 (18~30 歳, 平均 19.0 歳) と女子学生 36 名 (19~30 歳, 22.6 歳) の計 66 名 (18~30 歳, 平均年齢 21.0 歳) を若年被験者とした。官能評価は上記 5 種類の米菓を用いて, 順位法 (相島, 2001) で行った。評価項目は, 「見た目の良さ」, 「匂いの良さ」, 「食感の良さ」, 「味の良さ」, 「総合的なおいしさ」, 「切歯捕食時の硬さ」, 「臼歯咀嚼時の硬さ」, 「飲み込みやすさ」である。

「見た目の良さ」, 「匂いの良さ」, 「食感の良さ」, 「味の良さ」, 「総合的なおいしさ」, 「飲み込みやすさ」については, 1 位と 5 位に選んだ理由を記述してもらった。

### 6) 高齢被験者による官能評価

新潟市内の介護老人保健施設利用者のなかから, 意思疎通が可能で, 沢庵や硬い米菓が食べにくくなったとの自覚をもつが, 嚥下機能には臨床的な問題がみられない男性 9 名 (73~96 歳, 平均 82.4 歳) と女性 21 名 (67~97 歳, 平均 85.8 歳) の合計 30 名 (67~97 歳, 平均年齢 84.9 歳) を被験者とした。口腔内状況は, 義歯なし 7 名 (残存歯 1~28 本, 平均 16.6 本), 部分床義歯 10 名, 総義歯 13 名であった。官能評価は 3 段階の評点法を用い, ベビー型を対照にして開発型を評価してもらった。評価項目は, 「ベビー型に比べて開発型はおいしそうに見えるか」, 「ベビー型に比べて開発型はおいしいか」とした。また「開発型とベビー型を食べられたか」と質問した。開発型の評点を集計した後, ベビー型の評点を 0 点として比較検討した。

### 7) 官能評価における米菓試料摂食方法

4), 5), 6) の実験における米菓試料摂食の際は, トレーのなかに水の入ったコップと米菓試料を用意し摂食してもらった。そして, 各試料を摂食する前に必ず水で口を漱ぐよう指示した。高齢被験者のなかで, 身体的問題により自力で筆記できない場合は, 筆者らが聞き取りで記入した。

### 8) 統計学的検討

1) と 2) の実験では, 分散分析を行った後,

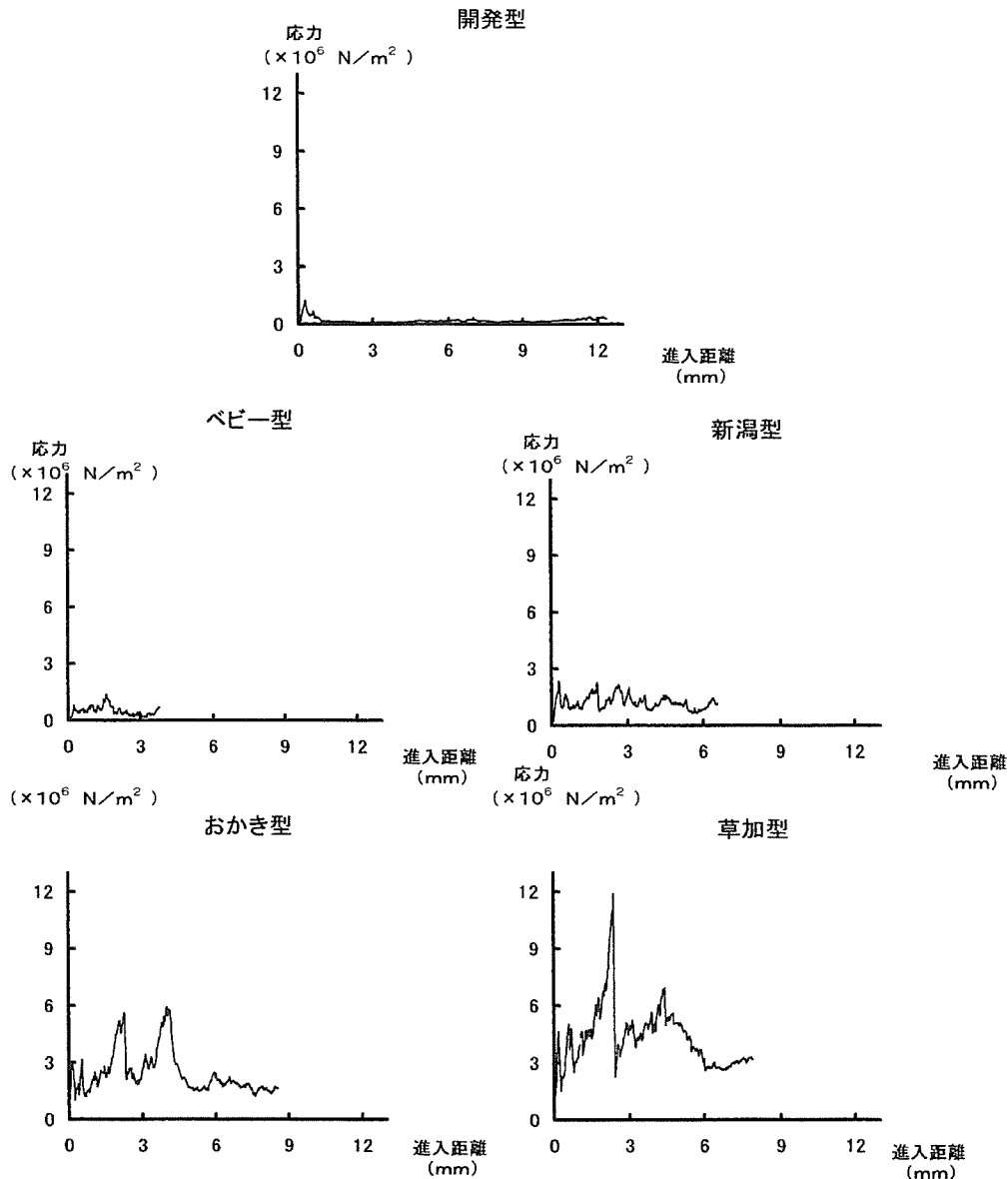


Fig. 2 Stress-Enter distance curves of rice crackers  
Kaiatsu-type, Baby-type, Niigata-type, Okaki-type, Souka-type

Fig. 2 米菓試料の応力-進入距離曲線  
開発型, ベビー型, 新潟型, おかき型, 草加型

Bonferoniによる多重比較を行い, 危険率  $p < 0.05$  以下を有意とした。3)の単回帰分析では, 回帰係数の危険率  $p < 0.05$  以下を有意とした。5)の実験では, Friedman検定により有意差を調べた後, Hollander and Wolfe (1973)の検定法に従い最小有意差を求め, 危険率  $p < 0.05$  以下を有意とした。6)の実験では, Mann-WhitneyのU検定(両側)により有意差検定を行い, 危険率  $p < 0.05$  以下を有意とした。

ヒトを被験者とした実験ではヘルシンキ宣言を遵守し, 新潟大学歯学部倫理委員会の承諾を得て

から実施した。被験者に対しては本試験の内容を説明し, 参加への同意を得てから実施した。

## 結 果

### 1. 米菓の力学的物性および構造

各米菓のプランジャー進入距離を歪とした応力-進入距離曲線を Fig. 2に, 特性値を Table 2に示す。硬さの目安である見かけのヤング率で, 開発型とベビー型がほかの米菓に比べて有意 ( $p < 0.01$ ) に小さかった。しかし, 開発型とベビー型との間に, 有意差は認められなかった。新

Table 2 Texture properties of rice crackers (n=30, mean±S.D.)  
Young's modulus, Rupture stress/Average stress

Table 2 米菓試料の物性特性 (n=30, mean±S.D.)  
見かけのヤング率, 破断応力/平均応力

|      | 見かけのヤング率<br>( $\times 10^6$ N/m) | 有意差                              | 破断応力/平均応力 | 有意差                |
|------|----------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------------|
| 開発型  | 7.16±1.58                        | ベビー型を除いた, そのほかすべてと有意差あり (p<0.01) | 4.16±1.27 | すべてと有意差あり (p<0.01) |
| ベビー型 | 8.56±1.65                        | 開発型を除いた, そのほかすべてと有意差あり (p<0.01)  | 1.27±0.62 | 開発型と有意差あり (p<0.01) |
| 新潟型  | 14.44±3.28                       | すべてと有意差あり (p<0.01)               | 1.55±0.65 | 開発型と有意差あり (p<0.01) |
| おかき型 | 18.92±4.24                       | すべてと有意差あり (p<0.01)               | 1.28±0.84 | 開発型と有意差あり (p<0.01) |
| 草加型  | 30.21±4.55                       | すべてと有意差あり (p<0.01)               | 1.17±0.73 | 開発型と有意差あり (p<0.01) |

新潟型, おかき型, 草加型の間にもそれぞれ有意差 (p<0.01) が認められ, 米菓の硬さは, 草加型>おかき型>新潟型>開発型=ベビー型の順であった。

また開発型は, 破断応力/平均応力の値が他の米菓よりも有意 (p<0.01) に大きい値を示した。

## 2. 米菓咀嚼時の筋活動量および一口摂取量

咀嚼開始から嚥下終了までの筋電図解析結果を Fig. 3 に示す。開発型とベビー型は, 草加型とおかき型に比べて咀嚼回数が有意 (p<0.05) に少なかった。開発型, ベビー型, 新潟型は, おかき型 (p<0.01) と草加型 (p<0.05) に比べて咀嚼時間が有意に短かった。また開発型とベビー型は, おかき型と草加型に比べて咬筋総活動量が有意 (p<0.05) に少なかった。新潟型も, 草加型に比べて咬筋総活動量が有意 (p<0.05) に少なかった。しかし, 咬筋平均活動量と舌骨上筋群総活動量には, 各米菓間に有意差は認められなかった。開発型とベビー型は, おかき型と草加型に比べて咀嚼終了から嚥下終了までの時間が有意 (p<0.01) に長かった。さらに, 開発型は新潟型に対しても有意 (p<0.05) に長かった。

切歯捕食時 (一口目) の咬筋筋電図の解析結果を Fig. 4 に示す。おかき型と草加型は, ほかの米菓に比べて最大振幅は大きい, 有意差は認められなかった。開発型とベビー型は, おかき型と草加型に比べて活動時間が有意 (p<0.05) に短かった。開発型 (p<0.01), ベビー型 (p<

0.01), 新潟型 (p<0.05) は, 草加型に比べて有意に初回活動量が小さかった。

米菓一口摂取重量と一口摂取体積を Fig. 5 に示す。一口摂取重量は, おかき型と草加型が有意に (p<0.01) ほかの米菓よりも大きかった。一口摂取体積は, 米菓比容積が大きく, 厚さの値が大きい開発型 (Fig. 1) を除くと, ほぼ一定であった。

## 3. 米菓の硬さと咬筋総活動量との相関

各米菓サンプルの見かけのヤング率平均値 (x) と, 咬筋総活動量平均値 (y) には  $y=0.15x+1.52$  ( $R^2=0.83$ ) の関係がみられ, 回帰係数は p<0.05 で有意であった。

## 4. 高齢被験者による米菓摂食状況

高齢被験者 15 名で米菓摂食状況を調査した結果を Fig. 6 に示す。見た目「食べられそうにない」と判断した人数は, おかき型が 4 名, 草加型が 5 名で, そのほか米菓では 0 名であった。摂取状況では, 米菓を割らずにそのまま食べられたのは, 開発型とベビー型で 15 名全員, 新潟型で 11 名, おかき型で 3 名であり, 草加型では 0 名であった。草加型では, 15 名中 5 名がそのまゝの状態では食べることはできなかったが, 10 名は割ってなら食べられた。また, 「食べられそうにない」理由は「硬そうに見える」との記述のみであり, おかき型で 4 名, 草加型で 5 名であった。そのまま食べられなかった理由は「硬いから」との記述のみであり, 新潟型で 2 名, おかき型で 7 名, 草加型で 10 名であった。

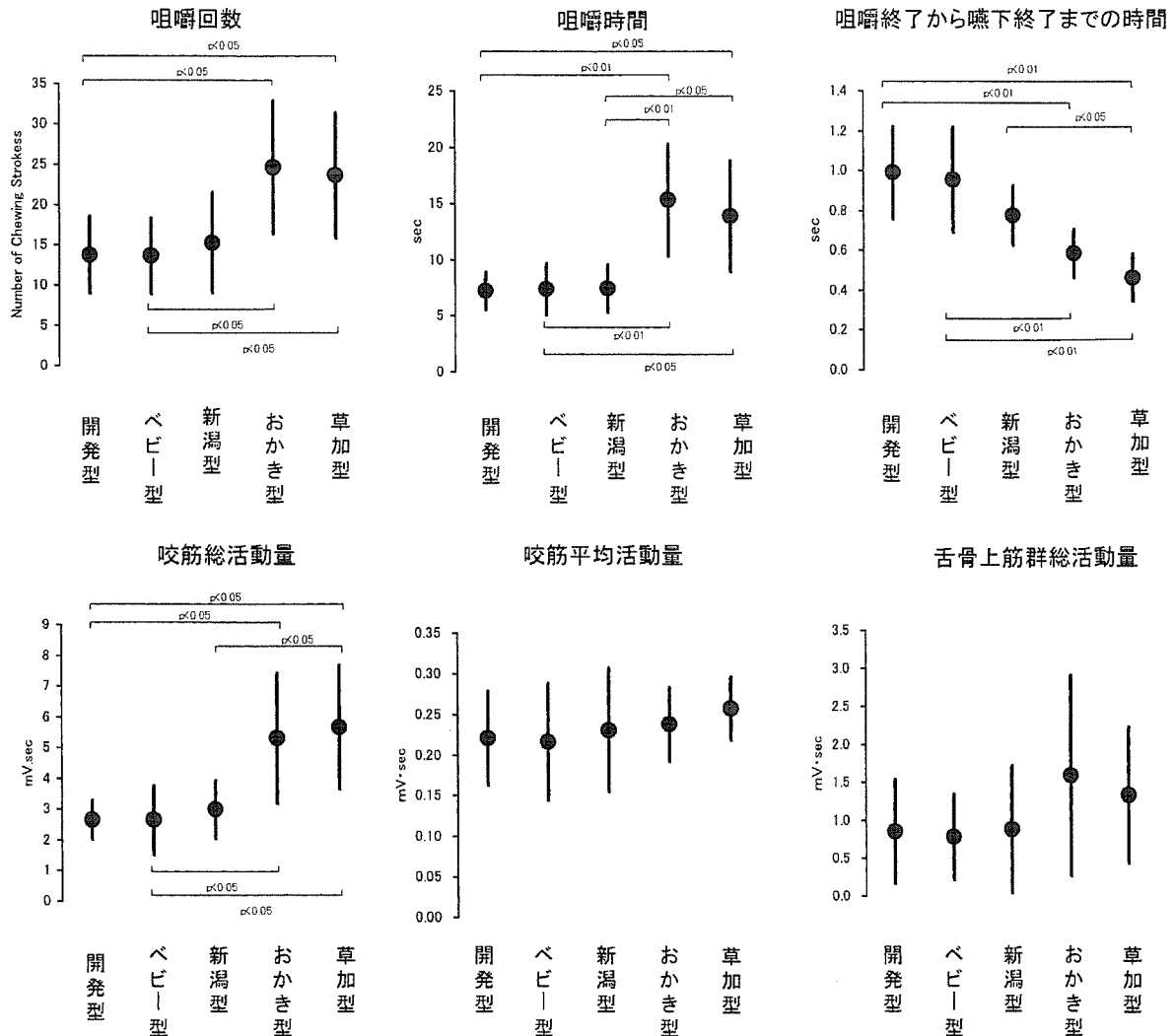


Fig. 3 Electromyographic activity (EMG) recorded from the masseter muscle (M) and the digastric muscle (D) during mastication of rice crackers  
Number of chewing strokes, Chewing time, Time from end of chewing to end of swallowing, Sum of M activity, Average of M activity, Sum of D activity. Mean  $\pm$  S.D. (n=8)

Fig. 3 米菓試料咀嚼中における咬筋と舌骨上筋群の筋電図測定 (EMG)  
咀嚼回数, 咀嚼時間, 咀嚼終了から嚥下終了までの時間, 咬筋総活動量, 咬筋平均活動量, 舌骨上筋群総活動量. 平均値  $\pm$  標準偏差 (n=8)

### 5. 若年被験者による米菓の官能評価

若年被験者 66 名による米菓の嗜好性と咀嚼・嚥下について行った官能評価結果を Table 3 に示す。嗜好性に関する「見た目の良さ」、「匂いの良さ」、「食感の良さ」、「味の良さ」、「総合的なおいしさ」の各項目で、おかき型と草加型は有意 ( $p < 0.05$ ) に最上位であり、ベビー型は有意 ( $p < 0.05$ ) に最下位であった。「食感の良さ」で 1 位に選んだ最も多い理由は、「程よい歯ごたえがある」であった。同様に「味が良い」では「塩加減がちょうどよい」、「総合的なおいしさ」では「食感がよい」が最も多かった。

「切歯捕食時の硬さ」では、硬い順に草加型、おかき型、新潟型、開発型、ベビー型となり、各米菓間に有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められた。しかし「臼歯咀嚼時の硬さ」では、開発型とベビー型との間に有意差は認められなかった。「飲み込みやすさ」では、開発型が有意 ( $p < 0.05$ ) に最上位であり、1 位に選んだ最も多い理由は「口の中ですぐ溶ける」であった。

### 6. 高齢被験者による米菓の官能評価

高齢被験者 30 名による、ベビー型を対照とした開発型米菓の官能評価結果を Table 4 に示す。「ベビー型に比べて開発型はおいしそうにみえる



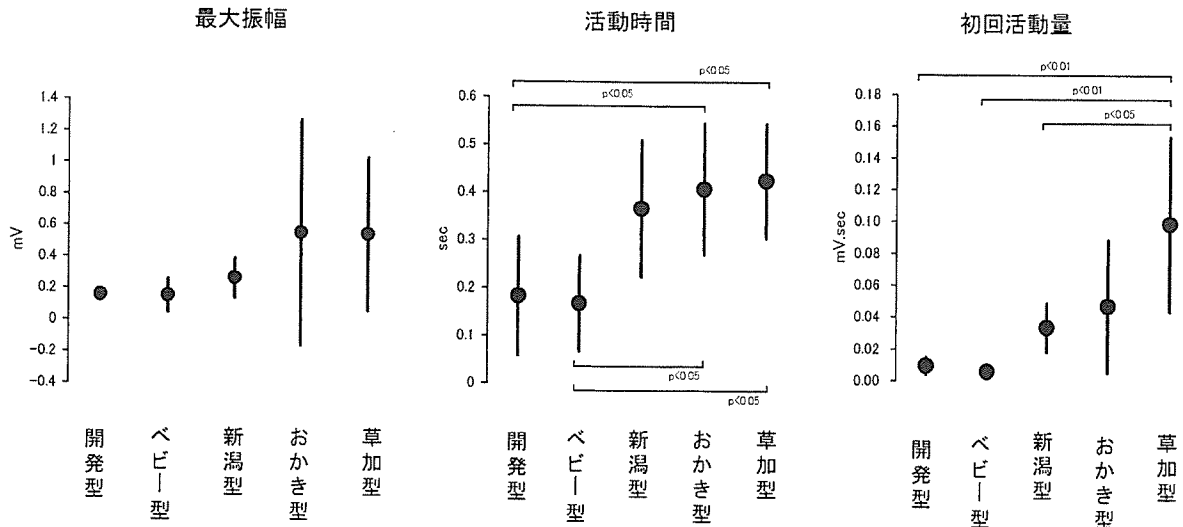


Fig. 4 Electromyographic activity (EMG) recorded from the masseter muscle (M) during first chewing of rice crackers

Maximum amplitude of M, Burst duration per Chewing, First activity of M. Mean ± S.D. (n=8)

Fig. 4 米菓試料捕食時の咬筋筋電図 (EMG)

最大振幅, 活動時間, 初回活動量. 平均値 ± 標準偏差 (n=8)

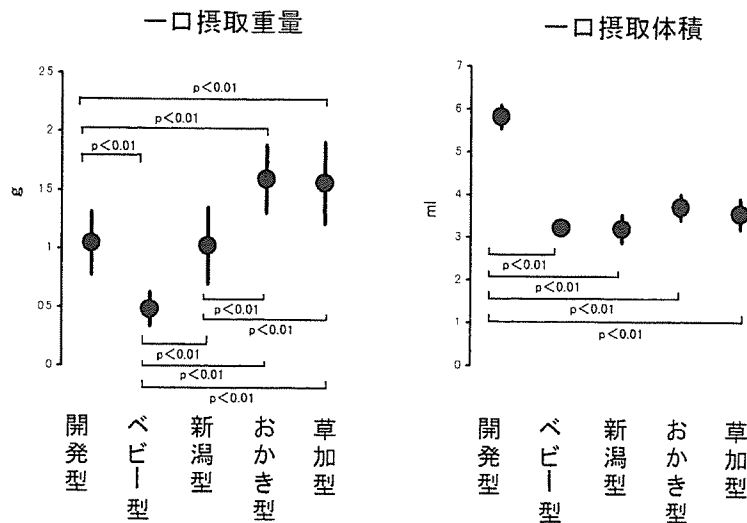


Fig. 5 Weight and volume of one bite with rice crackers

Weight of one bite, Volume of one bite. Mean ± S.D. (n=8)

Fig. 5 米菓試料の一口摂取重量と一口摂取体積

一口摂取重量, 一口摂取体積. 平均値 ± 標準偏差 (n=8)

か], 「ベビー型に比べて開発型はおいしいか」では, 開発型がベビー型よりも有意 ( $p < 0.05$ ) に「おいしそう」, 「おいしい」と評価された。また被験者全員が, 開発型とベビー型のどちらもそのままの状態でも摂取可能であった。

考 察

本研究は, 高齢者にとって食べやすい米菓の物性と嗜好性を明らかにし, かつ開発型がこれらの

高齢者に有用かどうかを明確にすべく実施した。その結果, 高齢者にとって米菓の摂食可否を決める主な物性指標は見かけのヤング率で表される硬さであり, 嗜好性では「食感」が重要であることを見いだした。さらに開発型が物性と嗜好性において, 高齢者に有用であることを明らかにした。

1. 高齢者向け米菓の硬さ

高橋と中沢 (1989) は, 圧力センサーを内蔵した義歯による咀嚼実験の結果から, 食品の硬さと

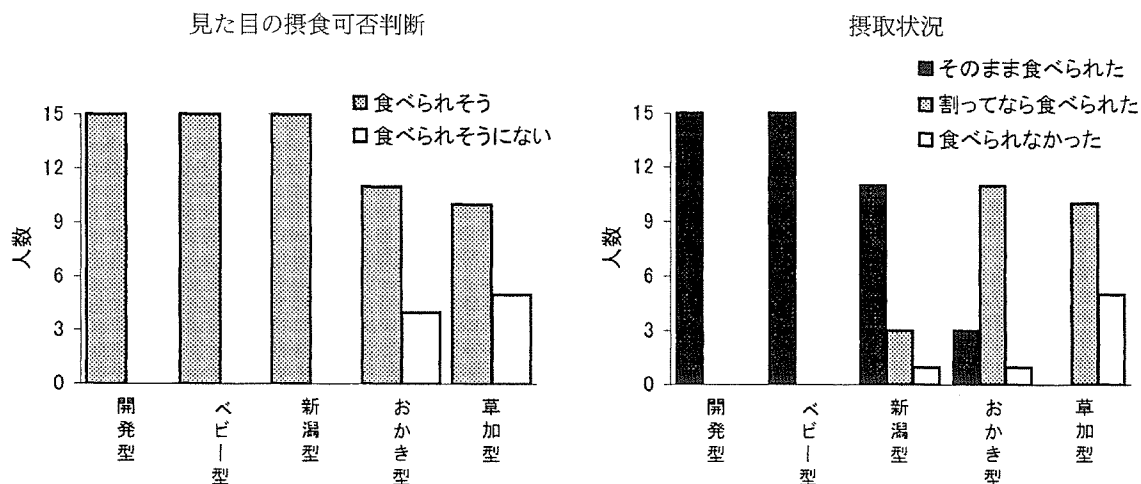


Fig. 6 Evaluation on rice crackers by the aged subjects (n=15)  
Judgment if they could eat the rice cracker in visual, Results if they could eat the rice cracker  
Fig. 6 高齢被験者による米菓試料の摂食状況 (n=15)  
見た目の摂食可否判断, 摂食状況

見かけのヤング率は相関すると報告している。今回得られた米菓5種類の見かけのヤング率 (Table 2) は、若年被験者による官能評価で得られた「切歯捕食時の硬さ」と「臼歯咀嚼時の硬さ」 (Table 3) の順位とよく対応しており、見かけのヤング率が米菓の硬さを表していると考えられた。ただし「切歯捕食時の硬さ」では、開発型が4位、ベビー型が5位と有意 ( $p < 0.05$ ) に順位づけされたが、「臼歯咀嚼時の硬さ」では、開発型とベビー型との間に有意差は認められなかった。これは、歯の触覚と圧覚の感受性が切歯から臼歯に向かって低下すること (Manlyら, 1952) が影響していると考えられた。また、捕食時の最大振幅と官能評価には関連がみられなかった。

高齢者の米菓摂食状況をみると、全く問題なく摂食できたのは開発型とベビー型だけであり (Fig. 6)、そのまま食べられなかった理由は「硬いから」であった。また高橋と中沢ら (1989) は、煎餅は硬いが噛み切りやすいと述べていることから、米菓の摂食可否を決める主な要因は、「硬さ」であるとわかった。また、草加型のような硬い米菓でも、割ってなら食べられる高齢者が15名中10名であった (Fig. 6) ことから、米菓の硬さが切歯で捕食する際に大きく影響しているとわかった。これは、被験者の15名中11名が上下顎いずれかに総義歯装着しているのが、原因の

一つと考えられた。

また、高齢被験者による官能評価で、開発型とベビー型は30名全員がそのまま食べられたことから、少なくとも見かけのヤング率  $8.56 \times 10^6 \text{ N/m}$  が、高齢者が摂食可能な米菓の硬さとして目安になるのではないかと考えられた。しかし、Nakazawa and Togashi (2000) は煎餅や生にんじんのよう硬くて脆い食品は、大きさを小さくすることで噛みやすくなると報告している。今後は、米菓の形状と咀嚼の関係について検討し、硬さの目安となる数値をさらに明確にする必要がある。

## 2. 米菓の硬さが咀嚼・嚥下運動に与える影響

各米菓試料の見かけのヤング率平均値 ( $x$ ) と咬筋総活動量平均値 ( $y$ ) には、 $y = 0.15x + 1.52$  ( $R^2 = 0.83$ ) の関係がみられ、高い相関係数が得られたことから、硬い米菓ほど咬筋の活動量が増えることが明らかとなった。そして、咀嚼開始から嚥下終了までの筋電図解析で (Fig. 3)、硬いおかき型や草加型は、開発型やベビー型に比べて咀嚼時間が長く、咀嚼回数と咬筋総活動量が増加していた。つまり、硬い米菓ほど咀嚼回数を増やし、結果として咀嚼時間が長くなり、咬筋総活動量が増加していることが明らかになった。また、比容積の小さい草加型やおかき型は、一口摂取重量がほかの米菓に比べて多くなっていることも (Fig. 5)、咀嚼回数を増加させる原因の一つ

**Table 3** Sensory evaluation (ranking test) on rice crackers by the young subjects (n=66, Sample name (Average ranking))  
Samples in different ranking differ significantly (p<0.05)

**Table 3** 若年被験者による米菓試料官能評価 (n=66, 試料名 (平均順位))  
順位異なる試料は、有意差あり (p<0.05)

| 評価項目                  | 順位  |                       |                       |          |           | 1位と5位に選んだ理由                                 | 人数             |
|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|----------|-----------|---|----------------|
|                       | 1   | 2                     | 3                     | 4        | 5         |   |                |
| 見た目の良さ                | 草加型(1.9)<br>おかき型(2.1)                         | 新潟型(3.0)<br>開発型(3.4)  | ベビー型(4.7)             |          |           | 1位 焼き色が良くおいしそう<br>醤油の色が濃くておいしそう<br>ふんわりしてそう | 27<br>20<br>5  |
|                       |   |                       |                       |          |           | 5位 焼き色が無く味薄そう<br>硬さそう<br>そのほか               | 54<br>4<br>8   |
| 匂いの良さ                 | 草加型(1.8)<br>おかき型(2.0)                         | 新潟型(2.8)<br>開発型(3.5)  | ベビー型(4.9)             |          |           | 1位 こうばしい香りが良い<br>しょっぱい香りがした<br>そのほか         | 40<br>14<br>4  |
|                       |   |                       |                       |          |           | 5位 匂いがしない<br>こげた臭いがした                       | 65<br>1        |
| 食感の良さ                 | 新潟型(2.4)<br>おかき型(2.5)<br>草加型(2.8)<br>開発型(3.0) | ベビー型(4.3)             |                       |          |           | 1位 程よい歯ごたえがある<br>硬くてせんべいらしい<br>軟らかくて良い      | 26<br>19<br>8  |
|                       |   |                       |                       |          |           | 5位 歯ごたえが無い<br>硬い<br>歯に付く                    | 40<br>12<br>4  |
| 味の良さ                  | 草加型(2.2)<br>おかき型(2.2)<br>新潟型(2.7)             | 開発型(3.5)              | ベビー型(4.4)             |          |           | 1位 塩加減がちょうど良い<br>醤油の味がしっかり付いている<br>甘い       | 35<br>14<br>3  |
|                       |   |                       |                       |          |           | 5位 味がうすい<br>しょっぱすぎる<br>甘い                   | 42<br>6<br>5   |
| 総合的なおいしさ              | 草加型(2.2)<br>おかき型(2.2)<br>新潟型(2.6)             | 開発型(3.5)              | ベビー型(4.5)             |          |           | 1位 食感が良い<br>味が良い<br>見た目が良い                  | 58<br>49<br>10 |
|                       |   |                       |                       |          |           | 5位 味が悪い<br>食感が悪い<br>見た目が悪い                  | 54<br>44<br>3  |
| 捕食時の硬さ<br>(切歯で一噛みした時) | 草加型(1.0)                                      | おかき型(2.0)             | 新潟型(3.1)              | 開発型(4.0) | ベビー型(4.9) | —   | —              |
| 咀嚼時の硬さ<br>(臼歯で咀嚼した時)  | 草加型(1.1)                                      | おかき型(2.0)             | 新潟型(3.0)              | 開発型(4.2) | ベビー型(4.7) | —   | —              |
| 飲み込みやすさ               | 開発型(1.7)                                      | ベビー型(2.5)<br>新潟型(2.8) | おかき型(3.8)<br>草加型(4.3) |          |           | 1位 口の中ですぐ溶ける<br>口の中に張り付かない<br>唾液と混ざりやすい     | 54<br>14<br>4  |
|                       |   |                       |                       |          |           | 5位 口の中や食塊に破片が残る<br>口の中に張り付く<br>歯につまる        | 29<br>13<br>10 |

**Table 4** Sensory evaluation on Kaihatsu-type and Baby-type by the aged subjects (n=30)

Everyone could chew and swallow Kaihatsu-type and Baby-type

**Table 4** 高齢被験者による開発型とベビー型についての官能評価結果 (n=30)  
すべての被験者がどちらも摂食可能であった

| 評価項目                        | 評価    | 平均評点 | 検定結果   |
|-----------------------------|-------|------|--------|
| ベビー型と比較して<br>開発型はおいしそうにみえるか | おいしそう | 0.30 | p<0.05 |
| ベビー型と比較して<br>開発型はおいしいか      | おいしい  | 0.33 | p<0.05 |

と考えられた。厚みの値が大きい開発型を除くと、一口摂取体積が一定であることから (Fig. 5), 米菓の場合は厚さ等の形状がある程度一定であれば、米菓の比容積が一口摂取重量に大きく影

響することが明確となった。

すべての米菓試料間において、舌骨上筋群総活動量に有意差は確認できなかった (Fig. 3)。この結果から、米菓の硬さは舌骨上筋群の活動にほ

とんど影響しないことが示された。同様に、咬筋平均活動量にも有意差がみられなかった。これは、硬い米菓ほど咀嚼時間が長く、咀嚼回数が増加するため、平均すると有意差がなくなったと考えられた。

切歯捕食時の咬筋活動 (Fig. 4) における最大振幅は、おかき型と草加型が開発型、ベビー型、新潟型よりも大きくなる傾向はあったが、有意差は認められなかった。これは、おかき型と草加型で最大振幅の値にばらつきが大きいためであった。物性測定の圧縮試験と異なり、上下切歯で試料を挟んで手を使って米菓を割りながら捕食する行動に、おかき型と草加型の不均一な構造 (Fig. 1, 2) が影響しているものと考えられた。また、硬いおかき型と草加型は、開発型とベビー型に比べて活動時間が長くなっていることから、米菓の硬さは捕食時の活動時間に影響することがわかった。

咀嚼終了から嚥下終了までの時間は、開発型とベビー型がおかき型と草加型に比べて有意 ( $p < 0.01$ ) に長くなり (Fig. 3)、飲み込むまでに時間がかかることが判明した。一方、飲み込みやすさでは開発型が1位、ベビー型が2位となり、その選択理由は「口の中ですぐ溶けるから」であった (Table 3)。塩澤ら (2005) は、米飯咀嚼時の食塊物性と嚥下閾値を検討した実験結果より、咀嚼に伴って米飯の付着性は減少するが、このことが嚥下を誘発している可能性があると報告している。開発型とベビー型の「口の中ですぐ溶ける」特性により、口腔内の唾液を速やかに吸収し、米菓に含まれているでんぷん類の特性である付着性が急速に強まり、咀嚼終了から嚥下終了までの時間を長くしている可能性がある。咀嚼終了時の米菓食塊物性が嚥下に及ぼす影響については、食塊の物性測定や嚥下造影検査での検証が必要であり、今後の課題としたい。

### 3. 高齢者向け米菓の嗜好性

若年被験者が「総合的なおいしさ」で1位に選んだ理由は、「食感がよい」が58名で最も多かった (Table 3)。松本ら (1977) は、調理師が食べ物のおいしさを評価する際、甘味、酸味、苦味、塩味、うま味、渋味、香り等の化学的因子よりも、硬軟、粘り、もろさ、滑らかさ等の物理的

因子の関与する割合のほうが大きいと述べている。また Szczesniak and Dick (1963) は、テクスチャーが多くの食品でその特性を決める第一の要因であると述べている。したがって「食感」が、米菓の嗜好性において最も重要であるといえる。

「見た目の良さ」、「匂いの良さ」、「食感の良さ」、「味の良さ」、「総合的なおいしさ」の嗜好性に関する全項目で、開発型はベビー型よりも上位であり、高齢者にも開発型のほうがベビー型よりおいしいと評価された (Table 4)。これらの結果より、嗜好性の点において、開発型はベビー型よりも優れていることが明らかになった。「味の良さ」の項目において、ベビー型は開発型やおかき型よりも食塩含量が多いにもかかわらず、「味が薄い」と評価された (Table 3)。ベビー型を除いた米菓は、食塩を含む調味料が表面吹き付けてあるのに対し、ベビー型は生地に食塩を練りこんであったため、塩味を感じにくかったものと思われる。

「食感の良さ」の項目において、開発型は新潟型、おかき型、草加型と有意差のない同順位であり、ベビー型よりも優れていた。また、1位に選んだ最も多い理由は「程よい歯ごたえがある」であった (Table 3)。開発型は、破断応力/平均応力 (Table 2) の値が最も大きく、内部が均一 (Fig. 1) で軟らかいのに対し、外側が硬い構造 (Fig. 2) をしている。表面と内部の硬さの差異が、高齢被験者が従来食べなれてきた米菓の歯ごたえと類似しており、ベビー型よりも好ましい食感と評価されたと推測された。

以上の結果より、高齢者が安全においしく摂食できる米菓の特性は、硬さを表す見かけのヤング率  $8.56 \times 10^6 \text{ N/m}$  が目安であり、かつ「食感」が重要で、「程よい歯ごたえ」が感じられるものであった。これらの観点から、開発型は高齢者の嗜好性を満たし、かつ食べやすい物性であることが明らかとなった。

### 結 語

1. 高齢被験者にとって、米菓の摂食可否を決める主な要因は「硬さ」であった。
2. 米菓の硬さ (見かけのヤング率) は、草加型 > おかき型 > 新潟型 > 開発型 = ベビー型の順で