

平成 22 年 3 月 16 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19592233

研究課題名（和文）高齢者の口腔乾燥による嚥下機能と食品物性に関する基礎的研究

研究課題名（英文）A basic study on dysphagia function and food texture in elderly with dry mouth

研究代表者

五十嵐 敦子（IGARASHI ATSUKO）

新潟大学・医歯学系・准教授

研究者番号：90168097

研究成果の概要（和文）：

1. 健常若年者で試験食品の物性や量・味をかえて嚥下機能を官能評価と筋電図で評価した。その結果、試験食品の動揺変性の性質は官能評価と同様に口腔咽頭の嚥下の筋電図にも影響していることが示唆された。(Dysphagia in press)
2. 嚥下しやすい食品の要因を評価するため即溶性低強度寒天をもちいて研究をおこない、その結果若年健常者では1.1%が好ましい濃度であり、味は甘味、量は5gであった。一方高齢者では甘味のみが嚥下しやすい項目と評価した。(J. Home Eco. Jpn. Vol. 60, No2. 133-138, 2009)
3. 中高年女性の唾液分泌不足の代表的自己免疫疾患であるシェーグレン症候群の患者唾液の酵素からこの疾患に関与している matrix metalloproteinase-9 を検出・分離・同定し、なおかつ健常者と比較して多く存在することが示唆された。この affinity chromatography を有効に利用することによりこの疾患での今後の診断・治療になんらかの貢献ができるものと考えられる。(Clinica Chimica Acta 403 269-271, 2009)

研究成果の概要（英文）：

1. We examined the influence of textural properties, taste and volumes of test foods on the sensory and motor aspects of dysphagia function in healthy young adults. In conclusion, the textural property of foods can affect the motor aspect of oropharyngeal swallowing as well as the sensory aspect. (Dysphagia in press)
2. Low-gel-strength-agar(LGSA), which has recently been developed as a material close to gelatin in its physical properties, was used in this study to prepare samples for facilitating swallowing. The results of the sensory evaluation and physical properties suggest that hardness (1.1%), sweet taste, and 5g amount resulted in samples that were pleasant in the oral cavity in healthy young subjects. On the other hand, the healthy elderly subjects evaluated only a sweet taste, as facilitating swallowing. (J. Home Econ. Jpn. Vol. 60, No2. 133-138, 2009)
3. The MMP-9 detected and identified in the present study was a gelatin-bound protein specifically elevated in patients with Sjogren Syndrome. Therefore, the present results suggest that the use of affinity chromatography will enable the detection of MMP-9 and provide useful information for diagnosis and treatment in this Sjogren Syndrome. (Clinica Chimica Acta 403 269-271, 2009)

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野: 医歯薬学

科研費の分科・細目: 歯学

キーワード: 歯科補綴学一般

1. 研究開始当初の背景

(1) 高齢社会を迎えて口腔乾燥を訴える人が急増している。高齢者における多くの嚥下障害は脳血管障害などに起因するものが多いが、脳障害だけでなく、口腔・咽頭・喉頭・食道などの嚥下器官の乾燥・炎症・外傷でも嚥下障害が出現する。とりわけ高齢者では唾液の分泌が低下し、口腔・咽頭の乾燥がおこりやすく、食塊が咽頭壁に付着し咽頭反射が障害される。昨今はこのように嚥下障害と口腔乾燥との関連がとりあげられるようになっており、唾液分泌をうながす促進剤で嚥下障害の改善が報告されている。

(Dysphagia in press)

(2) 近年嚥下障害用の食品が多く市販されているなかで口腔乾燥を主としている食品はまだ少なく、なおかつ食品物性は経験に基づくものが多く嚥下機能に食品物性や感性が及ぼす影響についてはほとんど明らかにされていないのが実情である。

(J. Home Econ. Jpn. Vol.60, No2.133-138, 2009)

(3) 口腔乾燥を訴える原因のなかで高齢者においては加齢に伴う唾液分泌の低下がまず考えられるが、女性では自己免疫疾患であるシェーグレン症候群が中高年に多く見られ、さらに最近ではストレスによるものも多くその結果口腔乾燥は嚥下障害をはじめとして味覚障害・口臭などQOLをそこなう原因となっている。

(Clinica Chimica Acta 403 269-271, 2009)

2. 研究の目的

(1) 臨床現場での指標の確立のために食品の味・物性・形態などが影響すると思われる口腔内における残留量や咽頭期では嚥下動態の解析を筋電図を用いて解析し、同時に官能評価も実施する。(Dysphagia in press)

(2) 嚥下機能を評価するため物性がゼラチンに近い即溶性低強度寒天を用いて味や物性、食品形態を変化させたときの嚥下状態の違いを主に官能検査で評価する。

(J. Home Econ. Jpn. Vol.60, No2.133-138, 2009)

(3) 中高年女性に多い唾液不足を主症状とする自己免疫疾患患者の唾液中のこの疾患関連酵素を検出、同定すること。

(Clinica Chimica Acta 403 269-271, 2009)

3. 研究の方法

(1) (Dysphagia in press)

被験者: 20名の若年健常者

試験食品の作成: 味・濃度・一口量の変化(ガーガム・カラギナンなどを含有)

【Dysphagia-table 1】を参照

筋電図の記録・データ分析・検定

【Dysphagia-figure 1,4,5】を参照

物性の測定: 粘度・硬さ・付着性・凝集性 (山電製: クリープメーター、東機産業製: 粘度計) 【Dysphagia-table 3, figure 2】を参照

官能評価: 6つの項目

【Dysphagia-table 2, figure 3】を参照

(2) (J.HomeEcon.Jpn.Vol.60,No2.133-138,2009)

被験者: 20名の若年健常者と12名の  
中高年健常者  
試料の作成: 味・濃度・一口量を変化  
(即溶性低強度寒天を用いる)  
物性測定: 硬さ・付着性・凝集性・ガム性(山  
電製: クリープメーター) [J. Home Econ.  
Jpn-Table 1]を参照  
官能評価: (口腔残留感、舌触り感、飲み込み  
やすさ、味の感じやすさ、総合評価)を順  
位法で評価 [J. Home Econ. Jpn-Figure 1,  
Table 2]を参照

(3) (Clinica Chimica Acta 403, 269-271 2009)

一次性シェーグレン患者からとコントロール  
として健常者の唾液を採取  
gelatin-bound column で精製する。  
2D - PAGE電気泳動をおこなう。  
[CCA-figure 1]を参照  
タンパク質の同定は ultraflex TOF/TOF  
mass spectrometer でおこない、データベ  
ースで確認した。  
[CCA-figure 2]を参照  
Image Master 2D Platinum image analysis  
software を用いて分析検定した。

#### 4. 研究成果

(1) (Dysphagia in press)

この研究は健常若年者で官能評価と筋電図の  
両方を用いているいろいろな食品物性の嚥下機能  
への影響を調べた。その結果嚥下に関しては物  
性や量が関与していることが示唆されたが、今  
回の研究は試験食品が嚥下機能に対して物性  
や筋電図が正確に分析された最初のレポートと  
いってよいと思われる。(参照 tables 1-3,  
figures 1-5)

Table 1 Raw materials constituting the test foods

Concentration of thickening agent	Sucrose	Citric acid	Flavor
0.0	9.0	0.15	0.04
1.5	13.5	0.17	0.08
3.0	15.0	0.24	0.12

Values are percentages

Table 2 Questions used for the sensory evaluation

Item #	Questions
1	How hard was it to break the food down in the mouth?
2	How pleasant was the food in the mouth?
3	How tasty was the food?
4	How thin was the food in the mouth?
5	How easy was it to swallow the food?
6	How was the pharyngeal clearance?

Table 3 Textural properties of test foods

Concentration (%)	Hardness (Pa)	Cohesiveness	Adhesiveness (J/m <sup>2</sup> )
1.5	464.2 ± 67.0**	0.29 ± 0.07*	203.5 ± 59.4**
3.0	1368.3 ± 215.6**	0.64 ± 0.08*	440.1 ± 180.3**

Values are mean ± SD

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

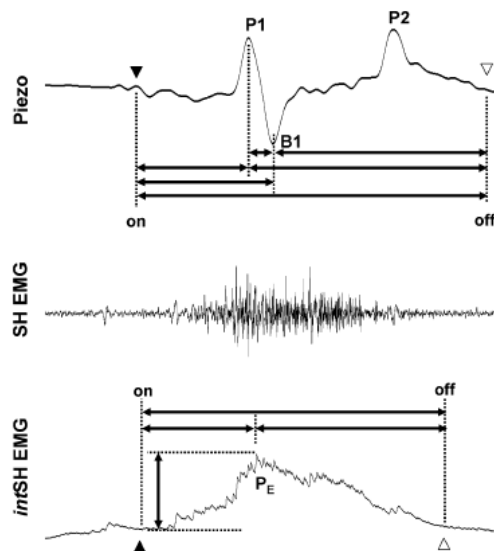


Fig. 1 Durational and amplitude parameters measured in the present study. Piezo is the laryngeal trajectory that accompanies swallowing and is recorded by a piezoelectric sensor (upward deflection, positive polarity). P1 and P2 are the peaks of the first and second positive deflections of the piezoelectric sensor. B1 is the bottom of a negative deflection. SH EMG is the electromyogram that is recorded from the suprahyoid muscles. intSH EMG is the integrated SH EMG. P<sub>E</sub> is the peak of integrated SH EMG. The nine horizontal arrows indicate six durations measured from the piezoelectric sensor and three durations measured from the integrated SH EMG. A vertical arrow indicates the peak amplitude measured from the integrated SH EMG. Filled and open triangles indicate the start and the end of the laryngeal trajectory and integrated SH EMG measurement, respectively. See text for details

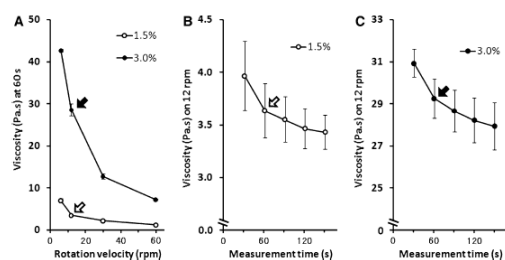
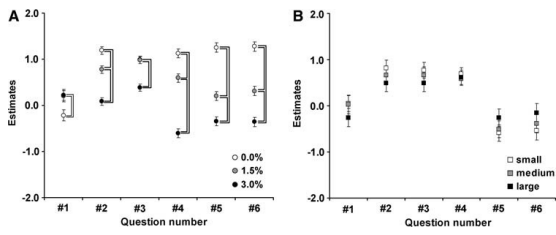
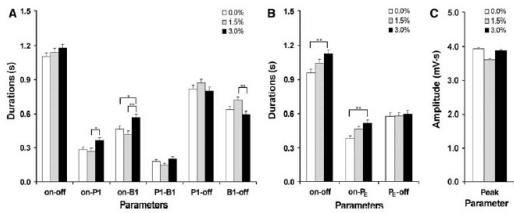


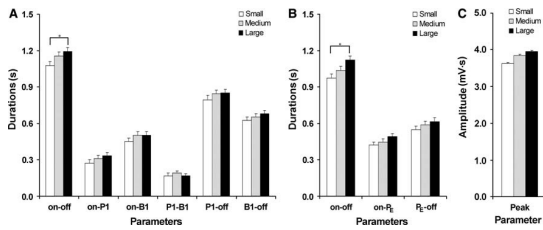
Fig. 2 Viscosity of the test foods. a Line graphs depict viscosity data of the 1.5 and 3.0% test foods acquired at four rotation velocities (6, 12, 30, and 60 revolutions per minute). Both line graphs were collected 60 s after the viscometer rotor was started. The open and filled arrows indicate the viscosities of the 1.5 and 3.0% test foods, respectively, that were measured at 12 revolutions per minute. b, c Line graphs depict viscosity data of the 1.5% (b) and 3.0% (c) test foods at 12 revolutions per minute at five time points (30, 60, 90, 120, and 150 s after the viscometer rotor was started). The open and filled arrows indicate the viscosities of the 1.5 and 3.0% test foods, respectively, that were measured 60 s after the start of the viscometer rotor. See text for details



**Fig. 3** The effect of different thickening agent concentrations and test food volumes on the scores generated by answering six sensory evaluation questions. **a, b** Point graphs summarize the effect of thickening agent concentration (a) and test food volume (b) on the marginal means and standard errors of means of the sensory evaluation scores generated by testing 12 subjects. Table 2 lists the six questions that were asked. The thin and thicker lines indicate significant differences ( $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively). See text for details



**Fig. 4** Effect of thickening agent concentration on motor parameters. The individual bars show the averages and standard errors of the data collected from eight subjects. Table 1 gives the compositions of the three test foods (0.0, 1.5, and 3.0%). See the legend to Fig. 1 for the definitions of the parameter abbreviations. \*  $p < 0.05$  and \*\*  $p < 0.01$ . See text for details



**Fig. 5** Effect of test food volume on motor parameters. The individual bars show the averages and standard errors of data obtained by testing eight subjects. See the subsection "Preparation of Test Foods" (in the Materials and Methods section) for a description of the small, medium, and large test food volumes. See the legend to Fig. 1 for the definitions of the abbreviations. \*  $p < 0.05$ . See text for details

(2) (J. Home Econ. Jpn. Vol. 60, No2. 133-138, 2009)

健常若年者で物性がゼラチンに近い試験食品（即溶性低強度寒天）では 1.1%の硬さと甘味、5 g の量が口腔内でもっとも嚥下しやすいという結果であった。一方健常中高年では、甘味のみが嚥下しやすいという結果であった。（参照 tables 1-2, figure 1）

**Table 1. Physical properties of several tastes in LGSA (low gel strength agar)**

LGSA		Hardness	Adhesiveness	Cohesiveness	Gumminess
		( $\times 10^3$ N/m <sup>2</sup> ) mean $\pm$ S.E.	( $\times 10^2$ J/m <sup>2</sup> ) mean $\pm$ S.E.	mean $\pm$ S.E.	( $\times 10^2$ J/g) mean $\pm$ S.E.
No taste	0.8%	1.06 $\pm$ 0.11	0.52 $\pm$ 0.01	0.56 $\pm$ 0.01	0.59 $\pm$ 0.06
Saccharose		1.39 $\pm$ 0.10	0.67 $\pm$ 0.05	0.44 $\pm$ 0.04	0.61 $\pm$ 0.05
NaCl		1.04 $\pm$ 0.04	0.53 $\pm$ 0.10	0.44 $\pm$ 0.04	0.45 $\pm$ 0.02
Citric Acid		1.06 $\pm$ 0.08	0.64 $\pm$ 0.07	0.45 $\pm$ 0.01	0.47 $\pm$ 0.04
No taste	1.1%	2.16 $\pm$ 0.41	1.29 $\pm$ 0.02	0.46 $\pm$ 0.01	0.92 $\pm$ 0.11
Saccharose		2.76 $\pm$ 0.29	1.38 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.04	0.87 $\pm$ 0.38
NaCl		2.43 $\pm$ 0.15	1.24 $\pm$ 0.18	0.33 $\pm$ 0.10	0.80 $\pm$ 0.30
Citric Acid		2.48 $\pm$ 0.08	1.39 $\pm$ 0.04	0.38 $\pm$ 0.01	0.96 $\pm$ 0.04
No taste	1.5%	4.24 $\pm$ 0.36	2.35 $\pm$ 0.03	0.56 $\pm$ 0.01	1.66 $\pm$ 0.21
Saccharose		5.16 $\pm$ 0.31	3.10 $\pm$ 0.04	0.35 $\pm$ 0.01	1.80 $\pm$ 0.15
NaCl		5.21 $\pm$ 0.31	2.76 $\pm$ 0.31	0.36 $\pm$ 0.02	1.87 $\pm$ 0.06
Citric Acid		5.18 $\pm$ 0.08	2.63 $\pm$ 0.15	0.35 $\pm$ 0.01	1.86 $\pm$ 0.05
No taste	2.0%	9.10 $\pm$ 0.50	4.37 $\pm$ 0.03	0.56 $\pm$ 0.01	3.03 $\pm$ 0.21
Saccharose		11.26 $\pm$ 0.55	5.47 $\pm$ 0.10	0.28 $\pm$ 0.01	3.19 $\pm$ 0.17
NaCl		10.19 $\pm$ 0.48	4.71 $\pm$ 0.47	0.33 $\pm$ 0.01	3.45 $\pm$ 0.25
Citric Acid		10.74 $\pm$ 0.70	4.53 $\pm$ 0.85	0.29 $\pm$ 0.01	3.18 $\pm$ 0.22

a:  $P < 0.001$  b:  $P < 0.01$  c:  $P < 0.05$

**Table 2. Sensory evaluation for hardness, taste and amount by the ranking method**

Subjects	Items	Global assessment			Total	Kendall coefficient of concordance	Probability	
		Rank 1	Rank 2	Rank 3				
Hardness	Young (N=20)	0.80%	9	8	3	34	0.56	0.00
		1.10%	11	9	0	29		
		1.50%	0	3	17	57		
	Elderly (N=10)	0.80%	5	2	3	18	0.07	0.50
		1.10%	3	5	2	19		
		1.50%	2	3	5	23		
Taste	Young (N=20)	Sweet	19	1	0	21	0.68	0.00
		Salty	1	8	11	50		
		Sour	0	11	9	49		
	Elderly (N=9)	Sweet	6	3	0	12	0.35	0.05
		Salty	2	3	4	20		
		Sour	1	3	5	22		
Amount	Young (N=20)	2.5 g	6	10	4	38	0.31	0.00
		5.0 g	12	6	2	30		
		7.5 g	2	4	14	52		
	Elderly (N=11)	2.5 g	3	2	6	25	0.07	0.44
		5.0 g	3	8	0	19		
		7.5 g	5	1	5	22		

Figure 1 Questionnaire survey of sensory evaluation using Low gel strength agar (LGSA)

**Questions**

Please make a global assessment about hardness, taste and amount of the gel, respectively.

[Global assessment]

Parameters

- 1) Easily broken down in the mouth
- 2) No feeling of remnant in the oral cavity
- 3) Feel good on the tongue
- 4) Clearly feeling of the taste
- 5) Easy to swallow

(3) ( Clinica Chimica Acta 403 269-271, 2009 )

この研究の結果はシェーグレン症候群患者の唾液から affinity chromatography をもちいることでこの疾患で関与が指摘されている M M P(matrix metalloproteinase)-9 を検出できなおかつ同定できた。今回の結果は今後の診断・治療に貢献することが予想される。(参照 figures 1-2)

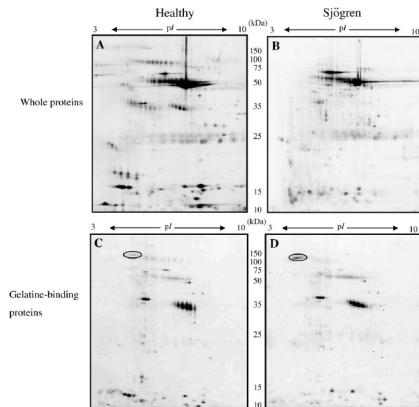


Fig. 1. Two-dimensional electrophoresis of salivary proteins from healthy subject and patient with primary Sjögren's Syndrome. A-B. Whole proteins. A, healthy subject; B, primary Sjögren's Syndrome patient. C-D. Gelatine-binding proteins. C, healthy subject; D, primary Sjögren's Syndrome patient.

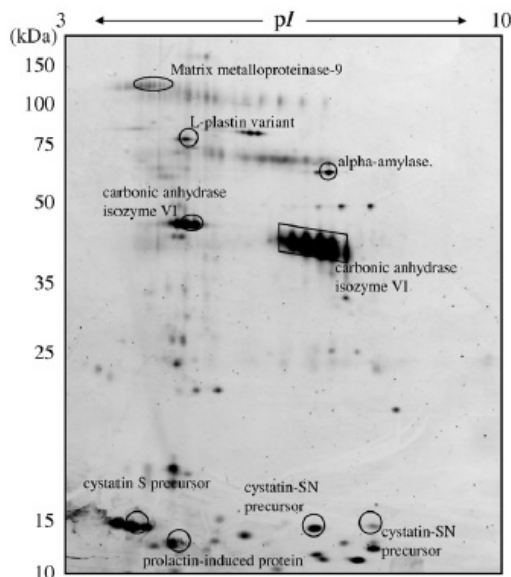


Fig. 2. Protein identification by mass spectrometry.

## 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 5 件)

A.Igarashi, M.Kawasaki, S.Nomura, Y.Sakai, M.Ueno, I.Ashida, Y.Miyaoka

Sensory and motor responses of normal young adults during swallowing of foods with different properties and volumes. Dysphagia (査読有) in press

Y.Sakai, K.Sugita, M.Kawasaki, S.Nomura, A.Igarashi Effects of hardness, taste and amount of low gel strength agar on swallowing in young and elderly subjects. Journal of Home Economics of Japan (査読有) vol. 60, No.2, 2009, pp. 133-138.

K.Ito, S.Funayama, Y.Hitomi, S.Nomura, K.Katsura, M.Saitoh, T.Hayashi, K.Nohno, N.Kaneko, A.Igarashi

Proteome analysis of gelatin-bound salivary proteins from patients with primary Sjogrens Syndrome. Clinica Chimca Acta. (査読有) vol.403 2009, pp.269-271.

A.Toyosato, S.Nomura, A.Igarashi, N.Ii, A.Nomura. A relation between the Piezoelectric Pulse Transducer Waveforms and Food Bolus Passage during Pharyngeal Phase of Swallow. Prosthodont. Res. (査読有) Vol.6 2007, pp.272-275.

Y.Miyaoka, I.Ashida, S.Kawakami, S.Miyaoka, A.Igarashi, Y.Yamada.

Age-related influences of activity patterns in the syprahyroid muscles during swallowing. Journal of Sensory Studies, (査読有) vol.22, No.22, pp.394-402. 2007

(学会発表) (計 1 件)

五十嵐敦子、高齢者の嚥下機能に及ぼす食品物性の影響について。第21回日本歯科医学会総会 平成20年11月14日 パシフィコ横浜

(図書) (計 2 件)

五十嵐敦子、野村修一、医歯薬出版、ドライマウスの臨床、2007年、194 - 199 .

五十嵐敦子、医歯薬出版、臨床栄養 2007年、512 - 516 .

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

五十嵐 敦子 (IGARASHI ATSUKO)  
新潟大学・医歯学系・准教授  
研究者番号: 90168097

(2)研究分担者

・野村 修一 (NOMURA SHUICHI)  
新潟大学・医歯学系・教授  
研究者番号: 40018859

・伊藤 加代子 (ITO KAYOKO)  
新潟大学・医歯学総合病院・助教

研究者番号: 80401735

(3)協力研究者

・坂井 裕次 (SAKAI YUJI)

ブルボン株式会社

・上野 真由美(UENO MAYUMI)

ブルボン株式会社