

義歯装着者の咀嚼運動様式の解明と 易咀嚼性食品のデザイン

(研究課題番号 09680023)

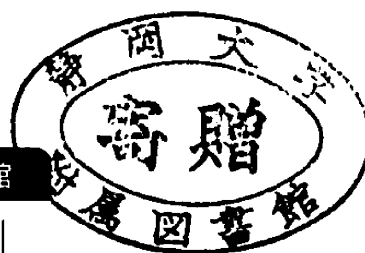
平成9年度～平成10年度科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)）

平成11年3月

静岡大学附属図書館



030850372 1



研究代表者 新井映子

(静岡大学教育学部家政教育講座)

平成9年度～平成10年度科学研究費補助金
研究成果報告書

研究機関 静岡大学教育学部

研究種目 基盤研究(C)(2)

研究期間 平成9年度～平成10年度

課題番号 09680023

研究課題

義歯装着者の咀嚼運動様式の解明と易咀嚼性食品のデザイン

研究組織

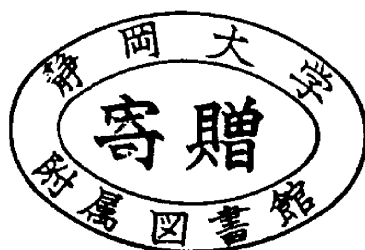
研究代表者, 新井映子 (静岡大学・教育学部・助教授)

9013478

研究経費	平成9年度	2,600千円
	平成10年度	800千円
	合計	3,400千円

研究発表 口演発表

新井映子・加藤一誠・山田好秋: Videofluorography による
義歯装着者の咀嚼運動様式に関する研究, 第9回日本咀嚼学
会大会 (京都), 平成10年9月5日



研究成果

本研究は、義歯装着者に特有の咀嚼運動様式を解明することにより、義歯装着者にとって咀嚼しやすい食品のデザインを目指すものである。

平成8年度は、義歯装着者の咀嚼運動様式を解明するために、X線造影剤を添加した寒天およびゼラチンゼリーを健常者に咀嚼させてVideofluorographyを行い、咀嚼運動様式の変化を観察した。軟らかいゼリーの場合には、被験者は舌と硬口蓋による圧縮で粉砕を行い、口腔後方部へと移送して嚥下するが、硬いゼリーの場合には、歯列部に移送した後、咬断によって粉砕し、口腔後方部へと移送して嚥下した。これらの結果より、ヒトは、摂取した食品のテクスチャー（硬さ）に応じて咀嚼運動様式を変化させていることが判明した。

平成9年度は、義歯装着者の咀嚼運動様式を解明するために、健常者の硬口蓋を口蓋床で被覆して擬似的な義歯装着状態を創出し、口蓋の被覆が咀嚼運動様式に与える影響を、前年度と同様に、Videofluorographyによって検討した。その結果、硬さの異なるゼリーを咀嚼させた時、いずれの硬さにおいても、口蓋床を装着した場合には、食品の捕捉から粉砕開始までの時間の延長、咀嚼回数の増加および嚥下開始までの時間の延長が観察された。さらに、食品の粉砕方法を圧縮から咬断へと変化させるのに必要な硬さの閾値が低下した。一方、ゼリーよりも硬いクッキーを咀嚼させた場合には、口蓋床の有無による咀嚼運動様式の違いは認められなかった。以上の結果を総合すると、口蓋床装着者では、特に軟らかい食物を咀嚼する際の咀嚼運動様式が変化した。この変化は、口蓋床によって摂取食品のテクスチャーを認知するべき切歯乳頭部近傍が被覆されたことにより、摂取食品のテクスチャー認知機構が阻害されたことによると推察された。

以下の内容は、本文に詳細に示されている。

本文

1. 研究の背景

世界第一の高齢化社会となったわが国では、衣食住の各分野で高齢者の生活支援に関する研究が行われている。とくに、高齢者の健康維持に欠かすことのできない食の問題については、栄養学の立場から高血圧や骨粗鬆症予防のための食事計画など、数多くの提言¹⁾がなされてる。一方、高齢者の生活の質的向上を考えた場合、食事は単に栄養素の充足にとどまらずに、生きる悦びに直結するものでなくてはならない。

ヒトの歯の寿命はおよそ50年であることから、高齢者の多くは義歯による咀嚼を余儀なくされる。義歯装着者の咀嚼効率²⁾については、歯学領域で多数のデータが集積されているが、義歯装着者が食品固有のテクスチャーに対してどのような咀嚼運動を行い、どのような食感を得ているのかについては、現在までに全く明らかにされていない。

2. 研究の目的

食物のおいしさはそれ自体が持つ化学的味覚よりも、テクスチャーなどの物理的要素に負うところが大きいと報告³⁾されている。

そこで、義歯装着者がテクスチャーの異なるモデル試料を咀嚼する際の咀嚼運動を、新潟大学歯学部との共同研究により独自に開発した Videofluorography⁴⁾（図1にその概要を示す）によって解析し、義歯装着者に特有の咀嚼運動様式を解明することにより、義歯装着者にとって咀嚼しやすい食品のデザインを目指すものである。

3. 食品テクスチャーの認知プロセス

(1) 仮説の設定

先⁵⁾に、寒天とゼラチンをゲル化剤に用いたテクスチャーの異なるモデル試料を使用して、Videofluorographyによって食品テクスチャーがヒトの咀嚼運動様式に与える影響について検討を行った。その結果、摂取した食品のテクスチャー認知と、それに続く一連の咀嚼運動の流れとして、図2に示すような仮説を導き出した。

ヒトは食品を捕捉すると、食品を舌で硬口蓋前方の切歯乳頭部近傍に押しつけてわずかに圧縮することにより、テクスチャーを認知する。軟らかい食品の場合には、そのまま同様の位置で舌と硬口蓋による圧縮を行って食品を粉砕し、口腔後方部へと移送して嚥下する。一方、硬い食品の場合には、歯列部に食品を移送した後、咬断によって粉砕し、口腔後方部へと移送して嚥下する。従って、舌と硬口蓋による最初のわずかな圧縮過程が、テクスチャー認知の第一ステップであると推察した。

そこで、本研究では、はじめに健常者についてテクスチャー認知から粉砕に至る過程の詳細な分析を行うことにより、仮説の検証を試みた。

(2) 仮説の検証

実験に使用したモデル試料のテクスチャー特性値を、表 1 に示す。前報⁵⁾と同様、0.5～1.5%の粉末寒天、5%のグラニュー糖および香料を使用して、テクスチュロメーター（全研製、GTX-2）での剪断法の硬さが直線的に変化する5種類の寒天ゼリー（A1～A5）を調製した。また、1.5～3.5%のゼラチンを使用して、硬さが寒天ゼリーと同じになるような5種類のゼラチンゼリー（G1～G5）を調製した。ゼラチンゼリーの場合、硬さは寒天ゼリーと同じであったが、剪断歪は寒天ゼリーより大になった。なお、Videofluorography用のモデル試料には、造影剤として40%の硫酸バリウム製剤（カイゲン製、バリトップ120）を添加した。この場合、造影剤添加によっても、ゼリーのテクスチャー特性値に変化が認められないことを確認した。

被験者には、口腔領域に認めるべき障害のない28～48才の成人男女8名（男性7名、女性1名）を選定した。被験者が10種類のモデル試料（15×15×15 mm）を咀嚼する際の一連の咀嚼運動を、新潟大学歯学部および附属病院の協力を得て、MULTISKOP（シーメンス製）を用いる Videofluorography によって記録した。撮影方向は、椅子に着席した被験者の側頭部から体側方向とした。

一例として、寒天ゼリー A1～A5の捕捉から粉碎開始までの画像を、図 3 に示す。撮影速度は1フレームあたり0.08秒である。一連の写真は、Cap と記したフレームが捕捉の瞬間、a が舌と硬口蓋で食品をわずかに圧縮することによるテクスチャー認知の過程、b が舌と硬口蓋による圧縮過程、c が移送過程および d が歯列による咬断粉碎過程を示す。

この被験者は、A1と A2を圧縮で、A3から A5を咬断で粉碎している。この際、フレーム数の違いからも明らかなように、粉碎開始までに要する時間は、試料によって異なることがわかる。粉碎開始

までに要する時間は、摂取した食品のテクスチャーを認知するための所要時間とも考えられるので、次に、8名の被験者のVideofluorographyから粉碎開始までの所要時間を計測し、図4に示す。

寒天ゼリーおよびゼラチンゼリーともに、きわめて軟らかい A1 および G1 の所要時間が、最も短くなった。圧縮か咬断かの判定が微妙となる中程度の硬さの試料では、軟らかい A1 や G1 よりも、粉碎開始までの所要時間が有意に延長した。しかし、最も硬い A5 や G5 では、中程度の硬さの試料よりも、再度その時間が短縮した。

粉碎開始までの所要時間がテクスチャー判定の難易に関連して変化していることから、食品の捕捉直後に行われる舌と硬口蓋によるわずかな圧縮過程が、粉碎方法を決定するためのテクスチャー認知の最初のステップであると考察した。

4. 義歯装着者のテクスチャー認知

義歯を装着していない健常者について、摂取食品のテクスチャー認知プロセスが明らかになったことから、次は、切歯乳頭部が口蓋床で被覆されている全部床義歯装着者について、テクスチャー認知プロセスの解明を試みた。

当初の実験計画では、被験者に身体的障害のない義歯装着者を予定していたが、予備実験の結果、義歯装着者間で咀嚼運動様式に一定の傾向が見られなかった。そこで、本実験では、先の8名の被験者の中から、同意が得られた5名の被験者について、切歯乳頭部を含む硬口蓋前方を歯科用の口蓋床で覆うことにより、擬似的に全部床義歯装着の状態を創出した。なお、口蓋床は、義歯床用光重合レジン（デンツプライ製、TRIAD Reline VLC Resin）を使用して、2.5 mmの厚さに調製し、硬口蓋粘膜との間に0.5 mm程度の空隙を持つように成形した。このように、口蓋床によって切歯乳頭部近傍からの感覚刺激情報を遮断した状態で、先の実験と同様に、モデル試料を咀嚼する際の咀嚼運動を Videofluorography によって記録した。

一例として、最も軟らかい試料のひとつである A1咀嚼時の捕捉から嚥下開始までの画像を、図4に示す。撮影速度は1フレームあたり0.16秒である。上段が対照の口蓋床無装着、下段が口蓋床装着の場合である。その結果、口蓋床を装着して咀嚼すると、きわめて軟らかい試料であるにも関わらず、被験者は咬断によって試料を粉碎している様子が観察された。

Videofluorography の流れをより明確にするために、図に書き換えて示す（図5）。口蓋床を装着すると、粉碎開始までの時間が無装着の場合よりも延長していること、それが認知に要する時間の延長に関連していること、閉口と表記した下顎の運動回数、すなわち咀嚼回数が増加していることなどの変化が認められた。

次に、最も硬い試料のひとつである A5咀嚼時の口蓋床無装着と口蓋床装着の写真を図 6 に、Videofluorography の流れを図に書き換えたものを図 7 に示す。口蓋床を装着した場合には、軟らかい試料と同様に、粉碎開始までの時間の延長、認知時間の延長、咀嚼回数の増加および嚥下開始までの時間の延長が認められた。

以上の結果より、義歯装着者のように硬口蓋前方が口蓋床で被覆されて、切歯乳頭部からの感覚刺激情報が遮断された場合には、次のような咀嚼運動が行われることが判明した。すなわち、感覚刺激情報が遮断されると、遮断されない場合よりも、試料の硬さに関わらずテクスチャー認知に要する時間が延長した。それに伴い、粉碎開始までの時間も延長した。さらに、遮断されない場合には、試料の硬さに応じて圧縮か咬断かの選択が行われたが、遮断された場合には、硬さに関わらず全ての試料が咬断によって粉碎された。

義歯装着者のように、切歯乳頭近傍部からの感覚刺激情報が得られなくなると、摂取した食品のテクスチャーを舌の感覚受容器のみで認知しなければならなくなる。そのため認知がうまく行われず、歯根膜の感覚受容器に依存しようとするため、テクスチャーに関わらず、食品を歯列によって咬断するのではないかと推察した。さらに、感覚刺激情報が遮断されると、咀嚼回数の増加や嚥下開始までの時間の延長も認められた。これらも、テクスチャーの認知がうまく行われないうために、嚥下を行うにあたって不安が残り、そのために咀嚼回数や嚥下開始までの時間が延長したものと推察された。

5. 高齢者向けの食品デザイン

以上の実験結果を踏まえて、硬さの異なる寒天ゼリー A1～A5を、65才以上の全部床義歯装着者 5 名に試食させて、モデル試料ごとの咀嚼方法について聞き取り調査を実施した。その結果、2 名の被験者はすべてのモデル試料を咬断によって咀嚼したと解答し、3 名の被験者は A1については圧縮により、A2以上については咬断により粉砕したと解答した。

正確な期間は明らかではないが、義歯を装着してからの期間が長い被験者ほど、圧縮または咬断による粉砕を使い分けていることから、切歯乳頭部近傍の感覚受容器が失われても、それ以外の器官による代替的なテクスチャー認知機構が形成されていると推察された。しかし、健常者と比較すると、義歯装着者では、テクスチャーの認知がやや困難であると考えられた。

これらのことから、義歯を装着した高齢者のための食品としては、口蓋床を介してもテクスチャーが認知しやすいように、硬さなどがある程度強調したデザインにすることが望ましいと思われた。

従来、高齢者向けの食品は、ともすれば軟らかくすることのみに注意が払われてきた。しかし、義歯装着者では、軟らかい食品でも咬断によって咀嚼することが多いと推察されるので、咬断によって粉砕される程度の硬さを有する食品の方が、咀嚼運動による脳の活性化のみならず、食事の楽しさを倍加させるものになると考えられた。

謝 辞

本研究課題を遂行するにあたり，新潟大学歯学部口腔生理学講座教授山田好秋博士に，終始ご懇切なるご指導とご助言を賜りました．また，Videofluorographyの実施については，新潟大学歯学部歯科補綴学第一講座講師加藤一誠博士に，多大なる協力を仰ぎました．

稿を終えるにあたり，各位に深甚なる謝意を表します．

さらに，Videofluorographyの被験者として快くご協力下さいました新潟大学歯学部大学院生の皆様方に，厚く御礼申し上げます．

文献

- 1)厚生省保健医療局健康増進栄養課監修：「健康づくりのための食生活指針（対象特性別）」，pp.43-50，第一出版，東京（1990）
- 2)石原寿朗：篩分法による咀嚼能率の研究，口病誌，**22**,207-255（1955）
- 3)松本仲子・松元文子：食べ物の味－その評価に関わる要因－，調理科学，**10**,97-101(1977)
- 4)新井映子・山田好秋・西坂剛：摂取食品の形状が咀嚼運動に与える影響，歯科基礎誌，**34**,221-229(1992)
- 5)Eiko Arai and Yashiaki Yamada: Effect of the texture of food on the masticatory process, *Jpn. J. Oral Biol.* , **35**, 312-322(1993)

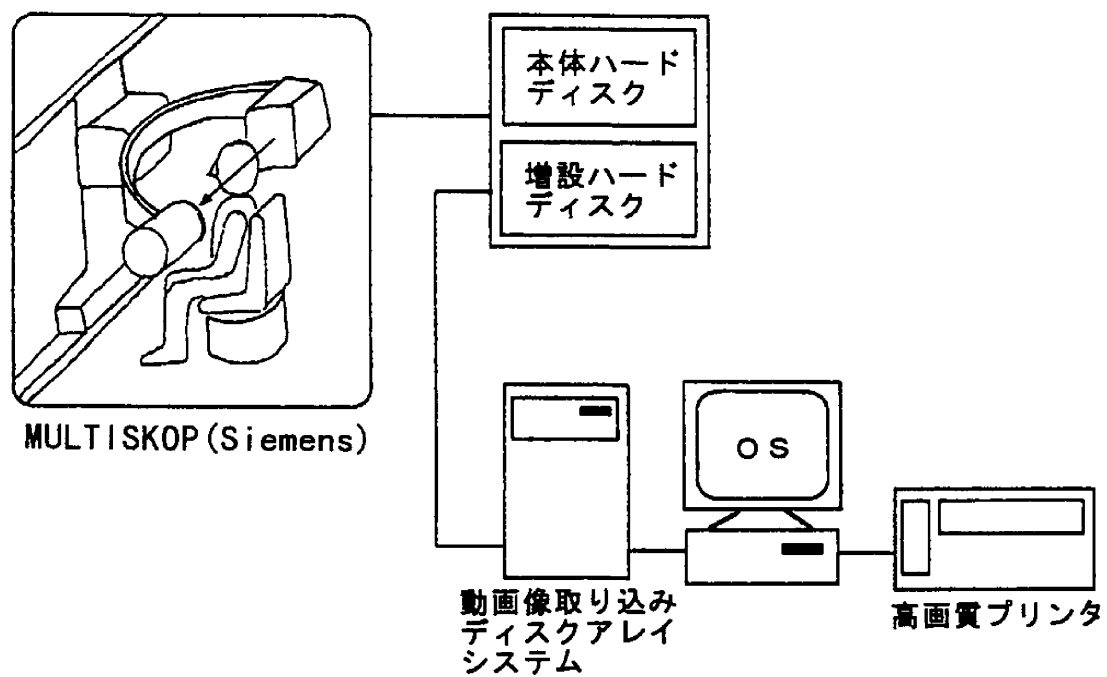


図 1 Videofluorography の概要

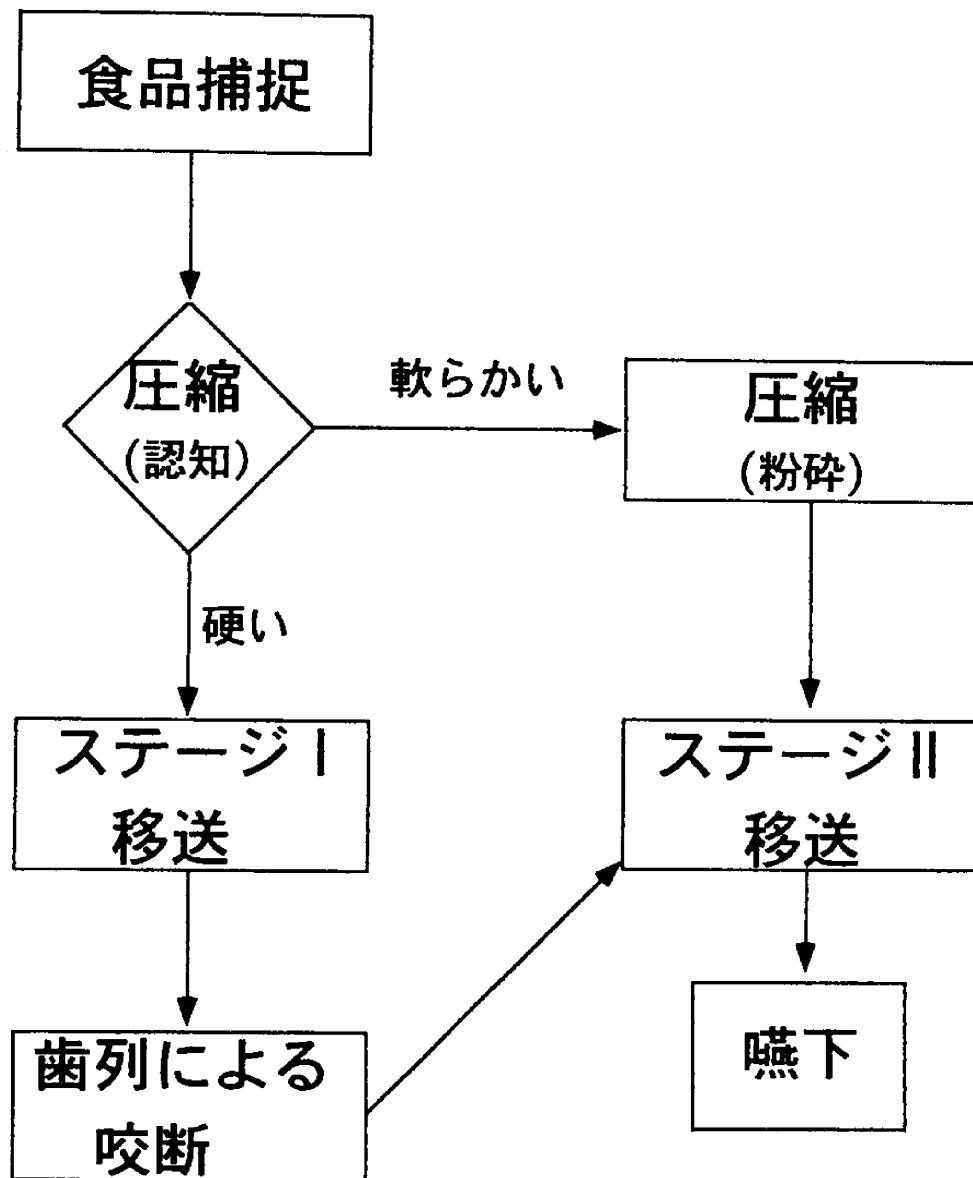


図2 食品テクスチャーの認知プロセス

表 1 モデル試料のテクスチャー特性値

モデル試料	ゲル化剤 濃度 (%)	テクスチャー特性値 ^a	
		硬 さ (kg)	剪断歪 (cm/cm)
寒天ゼリー	A1	0.50	0.03 (0.00)
	A2	0.75	0.07 (0.00)
	A3	1.00	0.12 (0.00)
	A4	1.25	0.18 (0.01)
	A5	1.50	0.22 (0.00)
ゼラチンゼリー	G1	1.50	0.03 (0.00)
	G2	2.00	0.08 (0.00)
	G3	2.50	0.12 (0.00)
	G4	3.00	0.17 (0.01)
	G5	3.50	0.22 (0.01)

^a 測定条件：試料, 15×15×15 mm；プランジャー, ニッケル製 V 型；
クリアランス, 2 mm；プランジャー移動速度, 6 回/分；品温, 7℃.
結果を平均値（標準誤差）で示した。



図 3 モデル試料の捕捉から粉碎開始までの
Videofluorography

(モデル試料, 寒天ゼリー A1～A5)

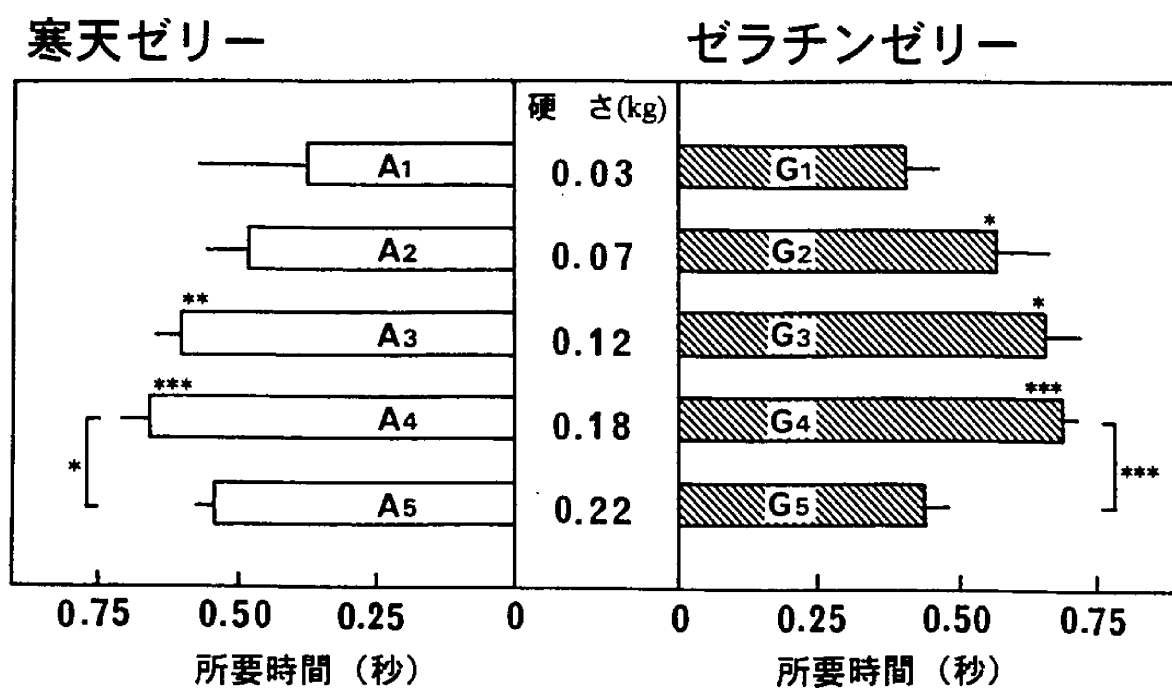


図 4 モデル試料粉砕開始までの所要時間

無装着



装着



図 5 口蓋床装着時の Videofluorography

(モデル試料, 寒天ゼリー A1)

無装着

[0.80s]

捕捉	嚥下開始	粉碎開始	圧縮粉碎 (閉口①)	嚥下開始	嚥下
----	------	------	---------------	------	----

[0.32s]

装着

[0.80s]

捕捉	嚥下開始		移送	粉碎開始	咬断粉碎 (閉口①)
(閉口②)	(閉口③)	咬断粉碎			(閉口④)
嚥下		嚥下開始			

[2.56s]

図 6 口蓋床装着時の咀嚼運動様式

(モデル試料, 寒天ゼリー A1)

無装着



装着

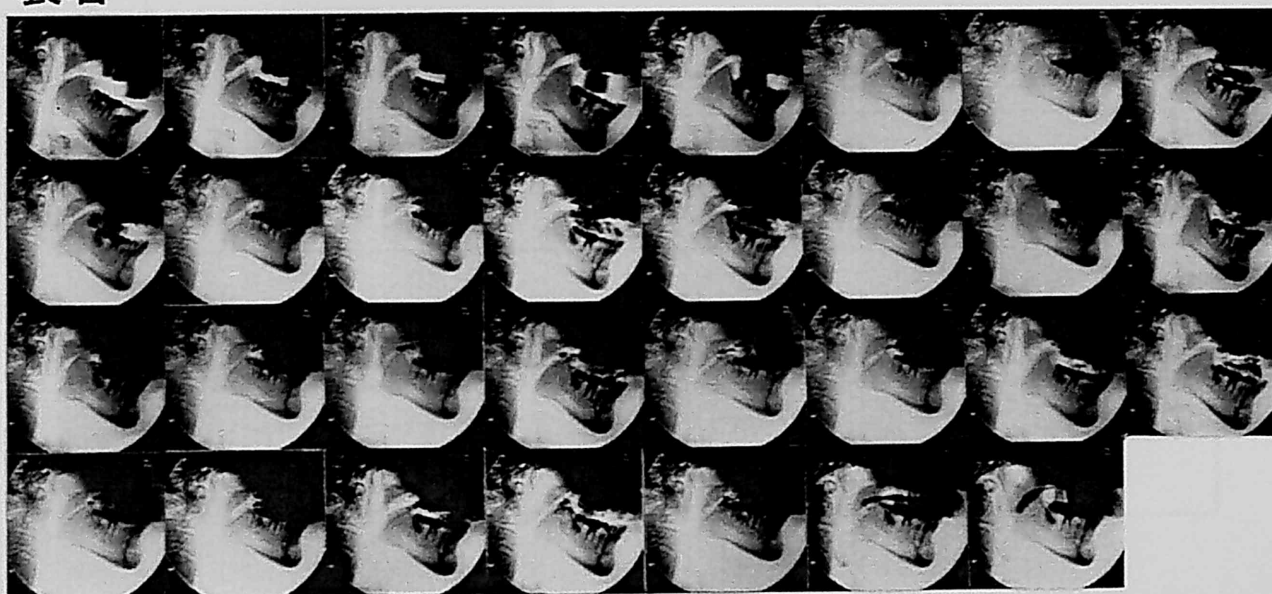


図 7 口蓋床装着時の Videofluorography

(モデル試料, 寒天ゼリー A5)

無装着

[0.64s]

捕捉	認知	移送	粉碎開始 (閉口①)	咬断粉碎 (閉口②)
咬断粉碎 (閉口③) (閉口④)				
咬断粉碎 (閉口⑤) (閉口⑥)				
咬断粉碎	嚥下開始	嚥下		

[4.00s]

装着

[0.80s]

捕捉	認知	移送	粉碎開始 (閉口①)	咬断粉碎
(閉口②) 咬断粉碎 (閉口③)				
(閉口④) 咬断粉碎 (閉口⑤)				
(閉口⑥) 咬断粉碎 (閉口⑦)	嚥下開始	嚥下		

[4.48s]

図 8 口蓋床装着時の咀嚼運動様式

(モデル試料, 寒天ゼリー A5)

Clarification of the Mode of Masticatory Movements in Patients Wearing Denture(s) and the Design of Foods for the Elderly

Eiko Arai (Faculty of Education, Shizuoka University)

Since the life span of human teeth is about 50 years, many of the elderly must masticate foods with denture(s). To date, it has remained totally unclear what masticatory movements are made for proper food textures when denture-wearing persons masticate foods with different textures, and what feelings they receive from the foods. Therefore, we videofluorographically recorded masticatory movements occurring when denture-wearing subjects masticated samples with different textures, in order to clarify masticatory movements characteristics of denture-wearing persons, and then we discussed food designs that are easy to masticate by denture-wearing persons.

The videofluorographic study on resin-plate-wearing subjects revealed that time needed to recognize a texture was prolonged, in addition to associated prolongation of time until the start of breaking a sample into pieces, when the sensory stimulative information was blocked by covering the incisive papilla, regardless of the hardness of samples, compared with that observed under non-blocked condition. When the sensory stimulative information was not blocked, an adequate method of breaking, either compression or crushing, was selected according to the hardness of samples, whereas all samples were broken by crushing, regardless of their hardness, when blocked.

From these results, denture-wearing persons were thought to have slight difficulty in recognition of texture, compared with non-denture-wearing persons.

Thus foods designed to have slightly emphasized hardness to facilitate the recognition of texture through a resin-plate seemed to be desirable for denture-wearing persons.