口腔での食品形態識別能に関する研究

——第1報：食品形態の識別に及ぼす
食品テクスチャーの影響——

堀 尾 強 河 村 洋 二 郎*

甲子園大学・栄養学部・生理学研究室

*大阪大学歯学部名誉教授

〔受付：平成3年4月5日〕

Relations between texture of food and oral stereognostic function

Tsuyoshi Horio and Yojiro Kawamura

*Physiology Laboratory, Faculty of Nutrition,
Koshien University 10-1 Momijigaoka,
Takarazuka, Hyogo, 665, JAPAN*

〔Accepted for publication: April 5, 1991〕

Key words: oral stereognosis / food texture

Abstract: Relationships between texture of food and oral stereognosis were evaluated, and oral stereognosis was also compared with manual and visual sensory functions for discrimination of food materials.

The oral stereognosis test was performed in healthy Japanese university students aged between 19 and 21. Six different forms of the test materials made by food materials and acryl with different texture were used.

In case of manual evaluation, the hardest material such as acryl showed the least errors, while in case of oral evaluation the number of errors was not related to hardness. In the very soft material such as bean curd, the errors with oral evaluation were less than that with manual evaluation.

The smallest material (10 mm×4 mm) showed the most errors in case of manual evaluation, while there were no differences in the number of errors between the large material (30 mm×12 mm) and the small material (10 mm×4 mm) in case of oral evaluation.

These results suggested that oral stereognostic evaluation of soft food and small food was more sensitive than those of the manual evaluation.

緒 言

口に入れた食品の硬さや、粘着性などの性状及びその形や大きさの判定には、主として舌、口唇、頬、口腔軟組織の感覚、歯牙感覚および顎筋や顎関節よりの求心性情報などが重要な役割を演じている¹⁻⁹⁾。しかし、口腔感覚による食品の形態の弁

別・認知の能力と食品の物理的性質であるテクスチャーとの関係については十分には研究がなされておらずなお不明な点が多い。本研究ではいろいろ物理的性質の異なる食品について、その形態を弁別する機能が口腔感覚、視覚、手の感覚でいかに異なるかを検討した。

材料と方法

＜実験1＞口腔感覚、手の感覚および視覚の食品形態識別能の比較

被験者には健康な男子大学生10名、女子大学生6名合計16名を選んだ。食後30分以上経過していることを確認し、喫煙者には実験30分前から禁煙を命じた。被験者の視力は両眼とも0.8以上で視覚による物質の立体像の識別に支障がない人を選んだ。試料には、テクスチャーの異なるアクリル、ニンジン、カマボコ、ハンペン、トウフの5種類を用いた。各試料の形状は Weinberg ら¹⁰⁾を参考にして、上からみた形が Fig. 1 に示したとおり、それぞれ異なる6種類を用いた。試料の厚さは0.5cm に調整した。試料の硬度、凝集性、ガム性、たわみ、付着性、粘着性などの物理的性質はテクスチュロメーター（全研、GTX-2-IN）を用いて測定した^{11,12)}。プランジャーとしてはルサイト 18φ 型のものを用い、クリアランスは2mmとした。試料の厚さおよびクリアランスが異なるので値に堀尾、河村^{11,12)}の報告とは少し相違がある。

各試料について測定したテクスチャーを Table 1 に示した。硬度はアクリル19.20、ニンジン13.2、カマボコ2.28、ハンペン0.42、トウフ0.15の順で小さくなった。凝集性、ガム性は硬度と同じ順に値が小さくなった。たわみはニンジン、カマボコ、ハンペンはアクリル、トウフに比べてやや値が大きかった。どの試料も付着性、粘着性はなかった。

口に入れて試料の形態を識別させる実験では、目を閉じ大きく口を開けた被験者の舌の上に実験者が試料をのせた後、口を閉じさせて目を開けさせ、口腔内で自由に形態を識別させた上、あらかじめ用意した図の中からどの形であったかを答えさせた。手によって試料の形態を識別させる実験では、被験者の前に試料が見えないように被験者が手を通す穴のあいた「ついたて」を置き、両手を「ついたて」に通させ、手のひらを上に向けさせた。実験者は試料を被験者の片方の手の指の上に置き、被験者には反対側の指を使って形を識別させ、図の中からどの形であったかを指摘させた。視覚により試料形態を識別させる実験では、

Fig. 1 Form of test material (Experiment 1)

目を閉じている被験者の前の黒い皿の中央に試料を置き、合図とともに目を開かせ試料と同じ形のものを皿の隣においた図表の中から選ばせた。試料と目の距離を約35cmとし、机面と被験者の目線とで作る角度は約70度であった。試料呈示時間は Shelton ら¹³⁾を参考にして10秒間とした。

各試料の形態識別の誤答数の相違の有無は、2次元及び3元分散分析法、下位検定は Newman-Keuls 法を用いて統計的に解析した。

＜実験2＞同一形態で大きさが異なる場合の食品形態識別能

被験者には健康な男子大学生8名、女子大学生3名合計11名を選んだ。試料にはニンジン、トウフを用い、試料の形態は Fig. 2 に示すように4種類であった。試料の大きさは平面の長さ比が1:2:3、面積では1:4:9の比で厚さはすべて0.5cm に調整した。その他の方法は実験1と同様の手続きで行った。

＜実験3＞円と楕円の食品形態識別能

被験者には健康な男子大学生21名、女子大学生5名合計26名を選んだ。試料にはアクリル、ニン

Table 1 Physical Character of Materials.

	Hardness	Cohesiveness	Gumminess	Flexibility	Adhesiveness	Stickiness
A Acryl	19.20	1.00	1920.00	10.5	0.00	0.00
B Carrot	13.20	0.91	1198.73	11.9	0.00	0.00
C Boiled Fish-Paste	2.28	0.81	180.65	11.5	0.00	0.00
D Steamed Fish-Paste	0.42	0.77	31.98	11.3	0.00	0.00
E Bean Curd	0.15	0.66	9.67	10.7	0.00	0.00

Materials are shown in order of hardness.

Fig. 2 Size of test material (Experiment 2)

Fig. 3 Form of test material (Experiment 3)

ジン、トウフを用いた。円形の食品の直径は10 mm、楕円形の長軸の直径は10mmであった。楕円の長軸と短軸の比は10:9.5, 10:9.0, 10:8.5, 10:8.0の4種類であった (Fig. 3)。3件法を用い、2つの円と1つの楕円の3つを1組として、そのうち楕円1つだけを選ばせた。楕円の提

示順は明らかに楕円とわかる10:8.0のものから段々円に近いものへと提示した。3件法では1/3の確率で正解の可能性があるので、プロビット法で処理した後の正解率で比較した。その他の方法は実験1と同様の手続きで行った。

結 果

<実験1> Fig. 4 は各試料の形態別の誤答数の平均を示した。口による各試料形態の識別の平均の誤答数では、アクリル 1.1 ± 0.2 (平均値 $\pm$ 標準誤差)、ニンジン 1.3 ± 0.2 、カマボコ 1.3 ± 0.2 、ハンペン 1.5 ± 0.2 、トウフ 1.3 ± 0.2 となり、口ではテクスチャーの違いによって誤答数に有意な違いがみられなかった。手による形態の識別の誤答数では最も少ないアクリルが 0.4 ± 0.1 であり、アクリルでの誤答数はニンジンの 1.3 ± 0.2 、カマボコの 0.9 ± 0.3 、ハンペンの 1.7 ± 0.3 、トウフ $2.4 \pm$

＜実験2＞Fig. 5 に試料の大きさと誤答数の関係を示した。口による試料形態の識別ではニンジン大型の誤答数は 2.1 ± 0.3 、ニンジン中型は 1.6 ± 0.3 、ニンジン小型では 1.5 ± 0.2 であった。同様に口によるトウフ大型の識別誤答数は 1.7 ± 0.3 、トウフ中型は 1.6 ± 0.4 、トウフ小型は 1.7 ± 0.2 であった。ニンジン、トウフ共に口による形態識別では大きさによる誤答数に統計的に有意な差

＜実験3＞3件法では1/3の確率で正解の可能性があるのですが、プロビット法で処理した。縦軸に正解率（プロビット値）を示す（Fig. 6）と、口および手による形態識別ともに、楕円の長軸と短

[illegible]

Fig. 5 Difference of discrimination sensitivity.
A : In case of oral. B : In case of manual.

軸の長さが異なると正解率が高く、楕円の長軸と短軸の長さが接近してくると正解率が下がった。50%の正解率の点を求めると、口による楕円の識別ではアクリル9.18, ニンジン8.99, トウフ8.78と試料の硬さによる正解率の差は少なかったが、手による判断ではアクリル9.66, ニンジン9.38, トウフ7.99と、最も軟らかいトウフはアクリル、ニンジンよりも正解率が低かった。

考 察

本実験では従来十分には明らかになっていなかった口腔感覚による食品の形態の弁別・認知の能力と食品の物理的性質であるテクスチャーとの関係について検討し、口腔での食品形態の識別能の特徴が明かとなった。

実験1 (Fig. 4) の手による形態識別と比べて口による形態識別では、最も硬いアクリルでは手に比べ誤答数が多く、ニンジン、カマボコ、ハンペンでは両者にほとんど差はみられなかったが、硬度の一番低いトウフについては口の感覚による識別の誤答数が手により判断された誤答数より少なかった。実験3 (Fig. 6) の円と楕円の識別においても、手では軟らかい食品より硬い食品のほうが形態弁別能が良いのに対して、口では硬い食品と軟らかい食品と同程度の形態弁別能をもっていることが示唆された。このことより軟らかい試料の形態識別の能力は手よりも口の感覚の方が優れていると考えられる。手ではトウフのような軟らかい試料の識別性が悪かった理由は、軟らかい物質の識別性が悪いことが考えられるが、さらに口の中で舌などを使って試料を扱うより、視覚の補助なく手指の上で試料を扱うことの困難さにも起因していると考えられる。また、口腔組織は柔軟で可動性に富み、比較的軟らかい物質にも対応した形の変化を起こすことができる。それは物体の接触面積を大きくし、中枢へ入力できる感覚情報を多くできるのではないかと推測される。このように手では軟らかい食品より硬い食品のほうが形態弁別能が良いのに対して、口では硬い食品と軟らかい食品と同程度の形態弁別能をもっていることが示唆された。

Weinberg ら¹⁰⁾ は、同一試料を用い口、手、感覚による形態の識別能の実験を行い、視覚が最も識別能がよく、続いて手、口の順になることを

Fig. 6 Proportions of correct judgments (Probit values). A : In case of oral. B : In case of manual.

報告した。しかし本実験では試料の硬度を変えると、手と口の形態識別能力の順位が変わり、試料のテクスチャーにより手と口の形態識別の能力が異なることを示唆した。

Weber¹⁴⁾ は皮膚の空間2点弁別閾は体の他の部位に比べてきわめて低く、舌尖1.1mm、指頭2.2mmと指頭より舌尖のほうがよいとしている。河村¹⁵⁾によれば皮膚の空間2点弁別閾は舌尖縦0.80mm、横0.68mm、舌表面縦4.87mm、横3.24mm、口蓋縦2.40mm、横2.24mm、指尖縦1.80mm、横0.20mmと、方向によって感覚閾が異なるとしている。試料の形態識別は空間2点弁別とは異なる識別能力を測定していると考えられるが、2点識別能力と形態識別能力は密接な関連があると考えられる。

試料の形態識別の判断には舌もちろんであるが歯牙感覚や口蓋粘膜感覚も関与していると考えられる。舌、口蓋の場合機械受容器を介して、歯牙の場合は歯根膜を介して食品形態の情報が伝達されると推測される。舌、口蓋にはマイスナー小体、メルケル触覚盤などパチニー小体を除くすべての受容器があり、歯根膜にはクラウゼ小体、ハフィーニ小体、自由神経終末が存在している¹⁶⁾。

堀尾、河村^{11,12)}、河村、堀尾¹⁷⁾、Horio & Ka-

wamura¹⁸⁾ は、食品のテクスチャーによって咀嚼運動が異なることを報告している。本研究で得られた食品テクスチャーの口腔の優れた形態識別能は、食品テクスチャーが咀嚼運動へ影響を及ぼす機序に重要な役割を果たしているものと推測される。

実験2 (Fig. 5) より、口による試料形態の識別ではニンジン、トウフともに大・中・小の大きさによる誤答数の有意な相違はみられなかったが、手の感覚については大きいものより小さいものの形態識別の間違いが有意に多く、手では小さいものの形態識別が口に比べ悪いことを示唆している。すなわち、手に比べて口では比較的小さいものの形態識別が良いことが示唆された。

謝辞：本実験データの統計的処理については、プロビット法は味の素中央研究所の山口静子先生に、分散分析法では大阪大学人間科学部投石保広先生のご指導を賜った。ここに心より感謝申し上げる。また本実験遂行にあたり協力いただいた甲子園大学の佐古美奈子助手ならびに研究生松岡美子さん、松本弘子さんに感謝申し上げます。

本研究の要旨は平成2年10月21日東京歯科大学において開催された第32回歯科基礎医学会において発表した。

抄録：健康な男女大学生を対象に口腔感覚による食品形態の識別能と食品のテクスチャーの関係を調べた。また手、視覚による形態識別能と口腔感覚による識別能とを比較し検討した。

1. 口による試料形態の識別では硬さの違いによって誤答数にあまり違いはみられなかったが、手による形態の識別では硬度の高いアクリルは硬度の低いトウフに比べ誤答数が少なく、形態識別能がよかった。手では軟らかい食品より硬い食品のほうが形態弁別能が良いのに対して、口では硬い食品と軟らかい食品と同程度の形態弁別能をもっていることが示唆された。

2. 口の感覚による試料の識別能は大きいもの(30mm×12mm)と小さいもの(10mm×4mm)とでほとんど変わりはなかった。しかし、手の感覚による識別では小さいものより大きいものの方が優れていた。手に比べて口では比較的小さいものの形態識別が良いことが示唆された。

文 献

- 1) Kiesow, F.: Zur Psychophysiologie der Mundhole. Z. Psychol. 33: 424-443, 1903.
- 2) 岡島速雄, 出井義教, 三宅直春: 口腔内感覚について. 歯科学報. 52: 29-34, 1952.
- 3) 三宅直晴: 口腔内感覚点の分布について. 第1報上顎粘膜の感覚について. 歯科学報. 51: 181-186, 1951.
- 4) 三宅直晴: 口腔内感覚点の分布について. 第2報下顎粘膜の感覚について. 歯科学報. 52: 29-34, 1952.
- 5) Kawamura, Y. and Watanabe, M.: Studies on oral sensory thresholds. I. The discrimination of small differences in thickness of steel wires in persons with natural and artificial dentitions. Med. J. Osaka Univ. 10: 291-301, 1960.

- 6) 渡辺正美：口腔感覚に関する歯科学的研究. I. 天然歯と義歯の物質弁別能の相違について. 補綴誌 3 : 225-229, 1959.
- 7) 渡辺正美：口腔感覚に関する歯科学的研究. II. 男女, 年齢および咬合状態による物質弁別能の相違について. 阪大歯学誌 7 : 17-20, 1962.
- 8) 渡辺正美：口腔感覚に関する歯科学的研究. III. 各種義歯で噛んだ場合の物質弁別能の相違について. 阪大歯学誌 7 : 21-28, 1962.
- 9) 渡辺正美：口腔感覚に関する歯科学的研究. IV. 口腔軟組織の物質弁別能について. 阪大歯学誌 7 : 109-114, 1962.
- 10) Weinberg, B., Lyons, S. M. J. and Liss, G. M.: Studies of oral, manual, and visual form identification in children and adults. In: Bosma, J. F. (ed.) Second Symposium on Oral Sensation and Perception. Charles C Thomas Publisher. pp. 340-349, 1970.
- 11) 堀尾 強, 河村洋二郎：咀嚼運動に及ぼす食品テクスチャーの影響. 歯科基礎誌 30 : 481-488, 1988a.
- 12) 堀尾 強, 河村洋二郎：姿勢の相違による咀嚼動作の変化とその機序に関する研究. 歯科基礎誌 30 : 524-532, 1988b.
- 13) Shelton, Jr. R. L., Arndt, Jr. W. B. and Hetherington, J. J.: Testing oral stereognosis. In: Bosma, J. F. (ed.) Symposium on Oral Sensation and Perception. Charles C Thomas Publisher. pp. 221-243, 1967.
- 14) Weber (1846) 感覚+知覚ハンドブック, 和田陽平, 大山正, 今井省吾(編) 誠信書房からの引用 pp.815, 1969.
- 15) 河村洋二郎：新編口腔生理学 下巻, 永末書店, pp.251-252, 1957.
- 16) 坂田三弥, 鈴木 隆：口腔感覚 In: 基礎歯科生理学 坂田三弥, 中村嘉男(編) 医歯薬出版 pp.330-350, 1987.
- 17) 河村洋二郎, 堀尾 強：咀嚼機能強化食品による咀嚼訓練の効果. 歯科基礎誌 31 : 281-290, 1989.
- 18) Horio, T. and Kawamura, Y.: Effect of texture of food on chewing patterns in the human subject. J. Oral Rehabil., 16 : 177-183, 1989.