

開発におけるキーポイントであり、そのようなテクスチャーを定量的、客観的に評価するための装置開発について述べてきた。この測定法および本装置「TexoGraph テキソグラフ」の実用性が定着するためには、まだまだ多くの食品研究者・技術者の協力、参加が必要である。また、物性・テクスチャー・食感の研究における現在の最大の課題は、主観的方法（官能検査）の値をいかに客観的方法（機器測定値）の値に置き換えられるかであり、それらの相関性が高くなるような測定方法を追求していくことが今後必要である。筆者らの開発した「TexoGraph テキソグラフ」がそのような流れの中で新しいテクスチャーの測定方法として活用され、普及していくことを願っている。

文 献

- 1) A. S. Szczesniak: Classification of textural characteristics, *J. Food Sci.*, **28**, 385 (1963).
- 2) A. S. Szczesniak, M. A. Brandt, and H. H. Friedman: Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation, *J. Food Sci.*, **28**, 397 (1963).
- 3) H. H. Friedman, J. E. Whitney, and A. S. Szczesniak: The texturometer, a new instrument for objective texture measurement, *J. Food Sci.*, **28**, 390 (1963).
- 4) 姜 日, 林由佳子, 松村康生, 森 友彦: 力学的特性値によるテクスチャー数量化表示の手法, 日本咀嚼学会誌, **1**, 33 (1991).
- 5) I. J. Kang, Y. Matsumura, and T. Mori: Characterization of texture and mechanical properties of heat-induced soy protein gels, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **68**, 339 (1991).

新しい食品テクスチャー測定法 —官能評価と機器測定との間で—

神山かおる（農水省食総研）

Novel Methods to Measure Food Texture between
Sensory Evaluation and Instrumental Measurements

Kaoru Kohyama
(National Food Research Institute)

1. 物性測定とテクスチャー

食品物性は、古くから食品の加工・流通段階において、品質管理の指標として役立ってきた。このような場合は、必ずしも食べられる試料を試験するのではなく、試料の物理的性質を、再現性、客観性をもった方法で表現することが目的である。当然ながら、ヒトの感覚であるテクスチャーと一致する必然性はない。

一方「おいしさ」を調べるには、摂食段階を考える必要がある。すなわち食べられる状態での食品の硬さや粘り、滑らかさ等に関わる性質を測定するのである。ま

た、日本がこれから迎える超高齢社会では、「食べやすさ」を支配する食品物性はますます重要となってくる。

食品のテクスチャーは、食べたときに口腔内の皮膚や筋肉の感触によって決められる総合的な感覚のことで、個人差があるし、絶対値があるわけではない。従来は官能評価が唯一の評価方法であった。官能評価は、本来「おいしさ」や「噛みやすさ」「飲み込みやすさ」のような複雑な要素の評価には優れた手法であるが、一度に調べられる試料数の制限、客観性の乏しさ、言語による表現ができない乳幼児/高齢者・障害者における困難さ等の決定的短所もある。

2. テクスチャー機器測定の問題点

一般に、テクスチャーを機器を用いて調べるには、テクスチュロメーターやレオメーターのような物性試験器で、試料に変形を与えたときに生じる応力（圧力）を何らかの力学センサで検出することが多い。変形の大きさ、変形の軌跡、速度、何回変形を与えるか、試料およびプランジャーまたはプローブと呼ばれる装置側の治具の大きさや形、測定温度等がいろいろ検討されている。しかし、次のような問題点がある。

- ① 測定で得られた値が、装置に特有で一般的な単位ではなく、他者のデータとの比較が困難である。
- ② ヒトの咀嚼動作は非常に複雑であり、忠実に再現できる装置がない。
- ③ 機器測定では装置側の変形は無視できるほど小さいが、ヒトの皮膚は軟らかく、感覚器側も変形している。
- ④ ヒトは口腔内に多数分布する感圧点でテクスチャーを知覚しているが、機器ではセンサが一つである。
- ⑤ 食品は不均一かつ非平衡の系であるのに、試料内の空間的なばらつきや咀嚼中に大きく変動する物理的性質を測定していない。
- ⑥ 通常の食品の力学的性質は、温度とそれを観察する時間によって変わるのに、機器の条件は咀嚼にはほど遠い。

このうち①は実験者が少し注意すれば解決できる問題であるが、②～⑥は咀嚼中の食物物性（口腔内物性）を測ることによって、解決することができると考えられる。

3. 口腔内物性の評価

咀嚼圧等の口腔内の圧力測定や咀嚼運動の解析は、歯科医学や発声学分野で行われてきたが、つい最近になるまで食品物性の違いにより生じる影響には注目されなかった。咀嚼中の物性を測る、先進的な試みの例を挙げ



写真 多点シートセンサによりクラッカーの咬断過程における圧力分布を計測しているところ

る。¹⁾

①口腔内に埋め込んだ圧力計, ②筋電図 (EMG), ③下顎運動解析装置, ④X線撮影法, ⑤超音波画像法, ⑥圧力センサと食品の同時咀嚼。

演者は口腔内物性の計測にこの数年間取り組んでいるが, 初めは装置が簡易な②筋電位測定を中心に行ってきた。^{2,3)} その後, より直接的な咀嚼力を調べるために, 圧力センサを食品と同時に咀嚼する⑥法を試みた。さらに多数の感圧点をもつセンサシートを応用 (写真) し, 咀嚼中圧力の時間分布とともに空間分布も直接的に調べられるようになった。⁴⁾ このうち, 本懇話会では, 平成5年度からの農林水産省一般別枠研究「健康機能」および, 平成9年度からの科学技術振興調整費による生活・社会基盤研究「高齢者食品機能」による成果を紹介した。¹⁾

口腔内物性の直接計測から, 以下のようなことが明らかにってきた。

① 個人差: 同年齢層, 同性の被験者を用いて同一食品を咀嚼した場合, 得られた咀嚼パラメータには, 数倍から十倍の個人差が見られた。テクスチャーの全く異なる異種食品は比較しやすいが, 同種の食品内の微妙な差を絶対値で表すことは困難である。反対に, 食品物性知覚の個人差や, 咬みやすさ, 飲み込みやすさ等が調べられるため, 高齢者, 障害者等向けの食品開発の基盤となると考えられる。

② 咀嚼中における変化: 口腔内物性の試料間差は咀嚼初期に大きく, 後期になるに従い減少してゆく。特に低水分の食品については, 噛み始め直後に, 物性の大き

な変化が観測された。嚥下直前における咀嚼パラメータにも, 食べている食品の物性により違いが見られた。

③ 機器測定との不一致: 口腔内物性は, 従来の機器による物性値の大小と適合しない場合もあった。機器分析値が食感評価結果と一致しない場合もあるが, それを結びつける役目を担えるのではないかと期待される。

4. 今後の展開

バラエティに富んだ食品を摂り, バランスのよい食事が最も健康に良いと言われる。食品は化学的性質とともに物性ももつものであるから, 化学成分のバランスが良くても, 物性のバランスが悪ければ理想的な食事とは言えない。現代日本人の食事は, 化学成分的には多方面より検討され, 栄養学的に見ればそう悪くないかもしれないが, 物性的にはかなり軟食化しており, 憂慮すべき状態と言われている。テクスチャーや口腔内物性の研究は物性のバランス改良に必ず役立つであろう。

人間の感覚であるテクスチャーと機器で測る物性との対応は, 最も重要で難しい問題である。テクスチャーは食品の力学的・幾何的性質によって生じるものであるから, より感覚に近い物性表記をするために, 口腔内物性を測定するのは, 官能評価と機器測定との間の, 新しい研究分野である。世界的に見ても未だ手法や解析法が確立されておらず, 体系化にはまだ時間がかかろうが, 今後も研究を深めてゆきたいと思っている。

水産物の生産現場や業界では, 食品の力学的性質を測り品質評価に利用することが多いだろう。このような品質管理目的の場合には, 冒頭にも述べたように, 食べたときの感覚に一致する必要はないので, 測定法も指標もテクスチャーを調べたい場合と異なってくるであろう。懇話会当日の議論で, 誤解されたかもしれないと思われるので, あえて付記する。

文 献

- 1) 神山かおる: 高齢者向け食品のテクスチャーを探る, 食品と容器, **40**(6), (1999) 印刷中。
- 2) K. Kohyama, K. Ohtsubo, H. Toyoshima, and K. Shiozawa: Electromyographic study on cooked rice with different amylose contents, *J. Texture Studies*, **29**, 101-113 (1998)。
- 3) K. Shiozawa, K. Kohyama, and K. Yanagisawa: Influence of ingested food texture on jaw muscle and tongue activity during mastication in humans, *Jpn. J. Oral Biol.*, **41**, 27-34 (1999)。
- 4) K. Kohyama and M. Nishi: Direct measurement of biting pressures for crackers using a multiple-point sheet sensor, *J. Texture Studies*, **28**, 605-617 (1997)。