



やわらかさセンサー「SOFTGRAM」の開発

岡本光平[†], 安原一良, 鎌田 一, 小峯岳央, 草間 淳

新光電子株式会社

1. はじめに

食品の「食感・テクスチャー」は、その食品の価値を大きく左右する特性であり、レオロジー特性を正確に測定・評価することは新製品の開発や製造の品質管理において重要である [1].

また、開発・製造現場では、テクスチャーの評価のために、触診で官能評価をされる場合があるが、評価できる人が限られてしまうため、触診を数値化することで、誰でも評価ができるようになることが望まれている。

従来、食品の食感評価に関してはテクスチャーアナライザーを用いた測定が一般的である [2]. しかし、テクスチャーアナライザーは、サンプルの加工が必要であることや、デスクトップ型であるためにサンプルを移動させて測定する必要があるため、測定の準備に多くの手間と時間がかかり、測定したいときにその場ですぐに測定ができないという問題がある。

そこで、テクスチャーの1つの特性であるヤング率(弾性率)に着目し、現場で簡易にヤング率を測定できる測定器の開発を行った。ヤング率でやわらかさを表現することで、食品だけでなく様々なものと直接比較することが可能となる。

2. 本製品の特徴

SOFTGRAM の概略図を Fig. 1 に示す。

球圧子による押し込み試験を用いて、Hertz の弾性接触理論から軟弾性体のやわらかさをヤング率で測定することができる [3].

球圧子を測定対象に押し込んだときの、反力を測定する力測定部と一定の押し込み量を検知する接触検知部と測定結果を演算・表示する演算部を有している。演算部では、得られた力と押し込み量から次式を用いてヤング率を求める。



Fig. 1 SOFTGRAM の概略図

$$E = \frac{3F}{4} (1 - \mu^2) \left(\frac{\varphi}{2} \right)^{-\frac{1}{2}} \delta^{-\frac{3}{2}} \quad (1)$$

E: ヤング率, F: 力, μ : ポアソン比, φ : 球圧子径, δ : 押し込み量

また、現場で簡易にヤング率を測定するために、バッテリー駆動で優れたポータビリティを有する。

3. 実験と結果

3.1 社内システムによるサンプル測定

軟弾性体のヤング率の基準器は存在しないため、Fig. 2 に示す試験システムを用いて、株式会社タナック製のタフシロンゲル(以下測定サンプルとよぶ)のヤング率を測定した。

測定には、5種類の異なる硬さの測定サンプルを用いた。電動昇降装置には、IAI社製のRCA2GD4NAを使用し、押し込み速度1 mm/sで試験を行った。力Fの測定(計測器)には新光電子社製UF-3200を用い、球圧子は $\phi 3$ mmで押し込み量0.5 mmのときの力からヤング率を計算した。計算に用いたポアソン比は0.45である。

実験結果の一例として、測定サンプル2における荷重-押し込み量曲線をFig. 3に示す。また、各サンプルで10回測定を行ったヤング率の平均値と変動係数(CV値)をTable 1に示す。

〒304-0031 茨城県下妻市高道祖 4219-71

[†] Fax: 0296-43-2130, E-mail: okamoto@vibra.co.jp

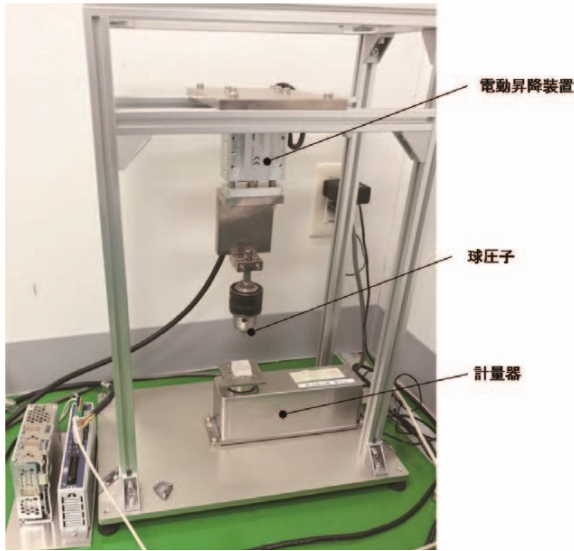


Fig. 2 試験システムの構成

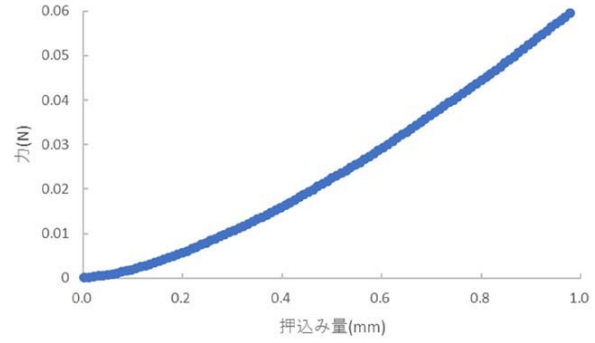


Fig. 3 測定サンプル 2 の測定結果

合と比べ手持ちの測定では、とくに CV 値が大きくなっているが、これは押し込み速度のばらつきや押し込みの角度が影響していると考えられる。

3.2 SOFTGRAM による測定サンプルの測定

3.1 で得られた測定サンプルのヤング率を真値とし、SOFTGRAM の評価を行った。SOFTGRAM を 3.1 で用いた電動昇降装置に取り付け、押し込み速度 1 mm/s で試験を行った。10 回測定を行った平均値と変動係数 (CV 値) を Table 2 に示す。また、測定者 2 人が手持ちで測定した結果を Table 3 に示す。昇降装置に取り付けた場

4. おわりに

今回は、現場で簡易にヤング率を測定ができる、球圧子による押し込み試験機 SOFTGRAM の開発を行った。本技術により、今までは職人の感覚に頼っていた官能評価を定量的に数値で表すことが可能になり、新製品開発のやわらかさに関する指標を作ることができると考える。今後の課題は、ユーザー様での測定事例を通して、本装置の有効性の検証を行うことである。

Table 1 試験システムを用いた測定サンプルの測定結果

	サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5
Ave (kPa)	13.0	30.9	117.3	391.7	1274.2
CV (%)	0.6	0.5	0.2	0.1	0.2

Table 2 SOFTGRAM を用いたサンプルの測定結果 (昇降装置)

	サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5
真値 (kPa)	13.0	30.9	117.3	391.7	1274.2
SOFTGRAM(kPa)	12.7	29.5	116.0	387.0	1270.0
誤差 (%)	2.6	4.6	1.1	1.2	0.3
CV (%)	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2

Table 3 SOFTGRAM を用いたサンプルの測定結果 (手持ち)

	サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3	サンプル 4	サンプル 5	
真値 (kPa)	13.0	30.9	117.3	391.7	1274.2	
測定 1	Ave (kPa)	13.7	30.5	118.0	393.0	1250.0
	誤差 (%)	5.4	-1.3	0.6	0.3	-1.9
	CV (%)	4.4	2.1	1.9	1.1	1.4
測定者 2	Ave (kPa)	13.6	31.8	114.0	381.0	1251.0
	誤差 (%)	4.6	2.9	-2.8	-2.7	-1.8
	CV (%)	4.2	2.0	2.3	1.2	0.8

引用文献

- 1) I. Kaneda; 食品およびソフトマターのレオロジーの立場から J. Jpn. Soc. Biorheology, **30**, 28-29 (2016).
- 2) Y. Sagara; Kansei Measuring Methods for Mechanical Properties and Texture of Foods. Nippom Shokuhin Kagaku Kougaku Kaishi, **56**, 501-512 (2009).
- 3) M. Tani, A. Sakuma; Applicability Evaluation of Young's Modulus Measurement using Equivalent Indentation Strain in Spherical Indentation Testing for Soft Materials. J. Jpn. Soc. Mech. Eng., **76**, 102-108 (2010).
- 4) M. Tani, A. Sakuma, M. Ogasawara, T. Saito; Parameters Evaluation of Three-Element Solid Model for Viscoelastic Materials by Indentation Test. J. Soc. Mech. Sci., Japan, **60**, 224-228 (2011).