

固形状食品の物性とそしゃく性との関係

—大変形時の物性がヒトの咀嚼挙動を変化させる—

技術の特徴

- ・歯で噛んで食べる食品の、物性値と人間の咀嚼計測値との関係を体系化
- ・咀嚼(そしゃく)挙動を変えるのは、極めて大きく圧縮したときの抵抗値
- ・一般に機器測定される弾性率や破壊特性は、咀嚼に及ぼす影響が小さい

研究の内容

選定した8食品の独立した9物性パラメータ値 (28パラメータから選出)

パラメータ	乾パン	こんにやく	ドライソー セージ	ソフトキャン デー	生大根	たくあん	茹で人参	生人参
① 10%圧縮歪時の応力 (MPa)	0.088c	0.002a	0.091c	0.029ab	0.224d	0.005a	0.041b	0.526e
② 50%圧縮歪時の応力 (MPa)	0.662d	0.073ab	0.628d	0.211c	0.927f	0.178bc	0.058a	0.807e
③ 70%圧縮歪時の応力 (MPa)	1.478d	0.250ab	1.002cd	0.616abc	0.660bc	3.486e	0.085a	1.336d
④ 90%圧縮歪時の応力 (MPa)	> 5	0.577a	2.827b	3.819c	2.468b	2.945b	0.339a	4.890d
⑤ 破壊応力 (MPa)	0.095a	0.653b	1.023c	> 5.5	0.989c	5.453e	0.109a	1.863d
⑥ 凝集性 (-)	0.040a	0.496e	0.627f	0.291d	0.159c	0.601f	0.106b	0.145bc
⑦ 付着性 (J/m ³)	0a	0a	286b	5046c	0a	0a	0a	0a
⑧ 密度 (g/cm ³)	0.37a	1.20e	1.11d	1.23e	0.92b	1.32f	1.12d	1.04c
⑨ 水分量 (g/100g)	9.1	97.3	25.9	8.3	94.5	88.8	89.4	90.4

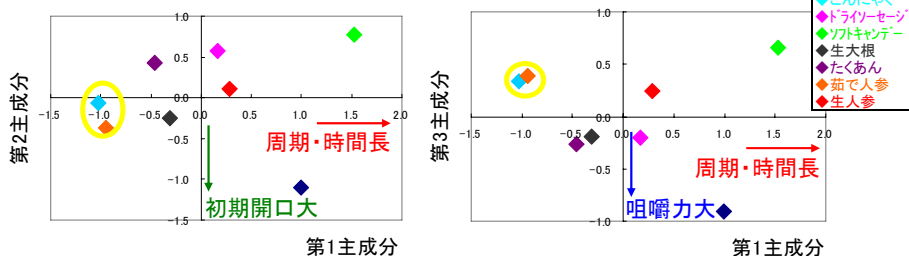
同一行の異なるアルファベットのついた値はTukeyの多重比較で有意に異なる(p<0.05)ことを示す。

> 5、> 5.5は装置の荷重制限以上のため測定できず。

このうち、④が初期の、⑦が中・後期の咀嚼挙動に最も影響する

63個の咀嚼パラメータのいずれも、小中変形の物性(①と②)とは相関しない

全咀嚼パラメータを、クラスター分析により独立性の高い9群に分ける



独立性の高い9咀嚼パラメータを量とした主成分分析結果

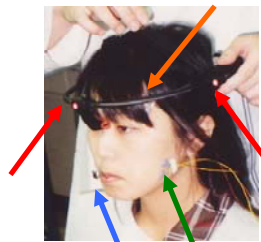
各色のプロットは右側に示した8固形状食品の被験者11名の主成分得点平均値。小さく変形したとき(①)や破壊応力(⑤)などは全く異なるが、極めて大きく変形させたとき(④)の力学抵抗値が近い、黄色の○で囲んだ2食品は主成分得点が近く、咀嚼挙動が類似している。

今後の展開

- ・食品開発や食育の現場での活用
- ・歯で噛まないような軟らかい食品への適用

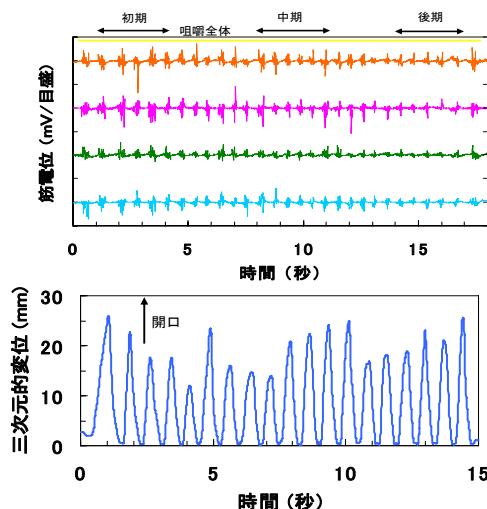
参 考

- 1) 神山かおる, 早川文代: 固形状食品における力学物性と咀嚼挙動との関係. 日本咀嚼学会雑誌, 17, 35-44 (2007).
- 2) Kohyama, K., Sasaki, T., and Hayakawa, F.: Characterization of food physical properties by the mastication parameters measured by electromyography of the jaw-closing muscles and mandibular kinematics in young adults. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 72, 1690-1695 (2008).



咀嚼測定のためのセッティング

筋電位用に表面電極を左右の咬筋、及び側頭筋に装着し、噛みしめる時の筋活動の強さを反映する信号を得る。さらに下顎運動測定では、頭部の動きをモニターするため額部に左中右の3個のLED及び下前歯に装着したブローブに、額部と同様3個のLEDのついた弓状の装具を取り付け、頭蓋に対する下顎の三次的運動を得る。



筋電位(上)と下顎運動(下)の測定例

筋電図は上から順に、左右の側頭筋、左右の咬筋からの筋電位を時間に対してプロットしたもの。咀嚼開始から嚥下まで(黄線)と、咀嚼初期、中期、後期のパラメータを取得した。下顎運動は下前歯の三次元的位置の経時変化を示した。