

窒息事故の要因としての食品の物性等について
(神山専門参考人)

窒息事故に関わる食品の物性

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
食品総合研究所
食品機能研究領域 食品物性ユニット
神山 かおる

第2回食品による窒息事故に関するワーキンググループ
平成21年7月8日 食品安全委員会

1

食品物性とテクスチャーとの関係

テクスチャーとは・・・

ヒトの感覚で知覚される食品の物理的な特性

「食感」 オノマトペ(擬音・擬態語)で表現

舌触り、歯切れ、噛み応え、喉越しなど

手触り、視覚による流動感・変形度、咀嚼音など

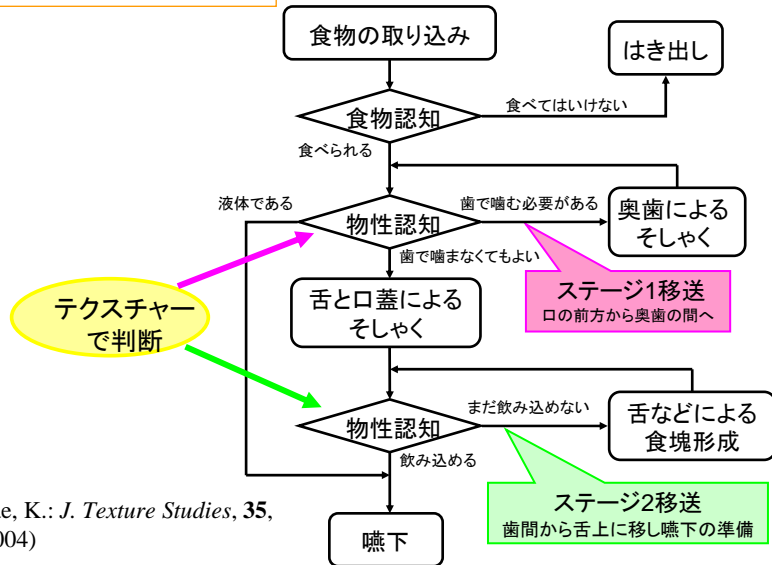
× 化学的刺激による 味・匂い・フレーバー

しかし、フレーバーリリースを制御する

食品の機器測定、官能評価、生体計測の三手法

2

摂食プロセスモデル

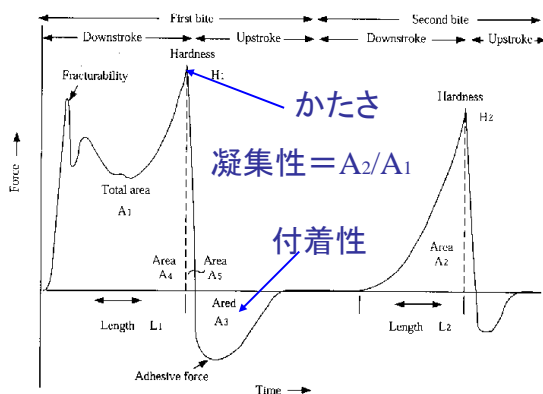


Hiiemae, K.: *J. Texture Studies*, 35, 171 (2004)

神山かおる: *化学と生物*, 47, 133 (2009)

3

機器によるテクスチャー解析



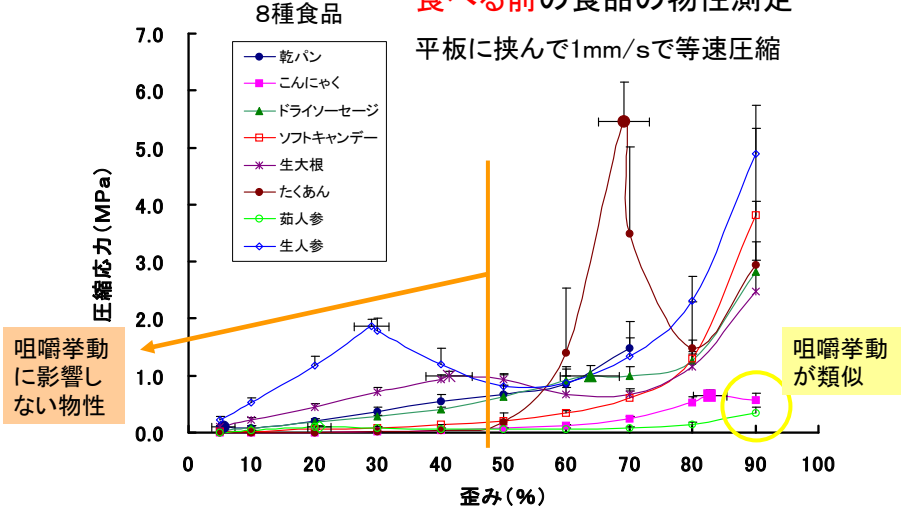
テクスチュロメータ
または等速直線運動する装置を使用する模倣的方法

基礎的・経験的方法よりもテクスチャー感覚に合うことが多い

2バイト法によるテクスチャー解析 (TPA) が多く採用されている

固形状食品の圧縮曲線

食べる前の食品の物性測定

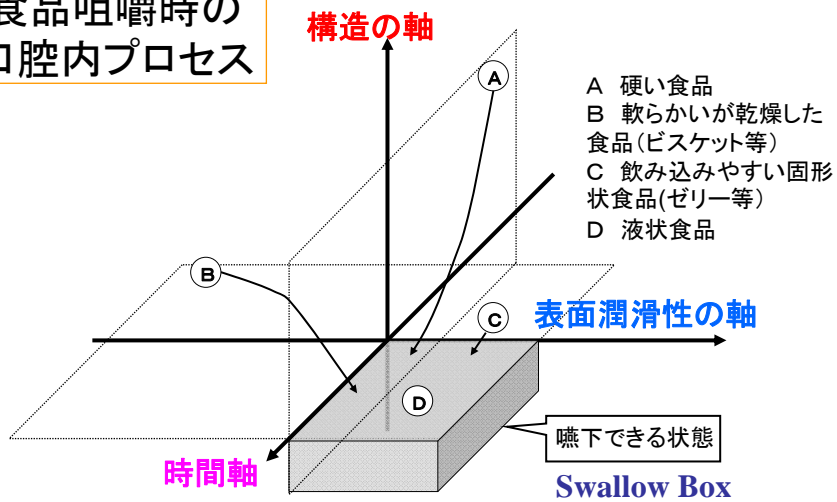


神山かおる・早川文代: 日本咀嚼学会雑誌, 17, 35-44 (2007).

Kohyama, K. *et al.*: Biosci., Biotechnol., Biochem., 72, 1690-1695 (2008).

5

食品咀嚼時の口腔内プロセス



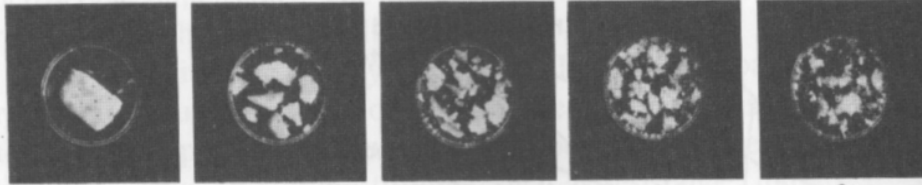
J. B. Hutchings & P. J. Lillford: *J. Texture Studies*, 19, 103-115 (1988)

神山かおる: 化学と生物, 47, 133-137 (2009)

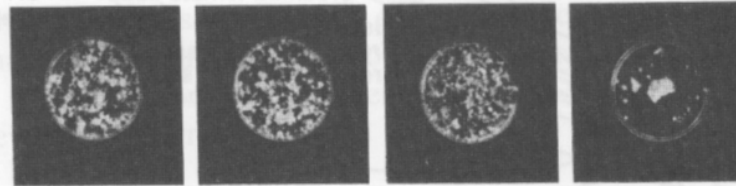
6

食品の破壊過程(クラッカー)

COARSE CHEWER



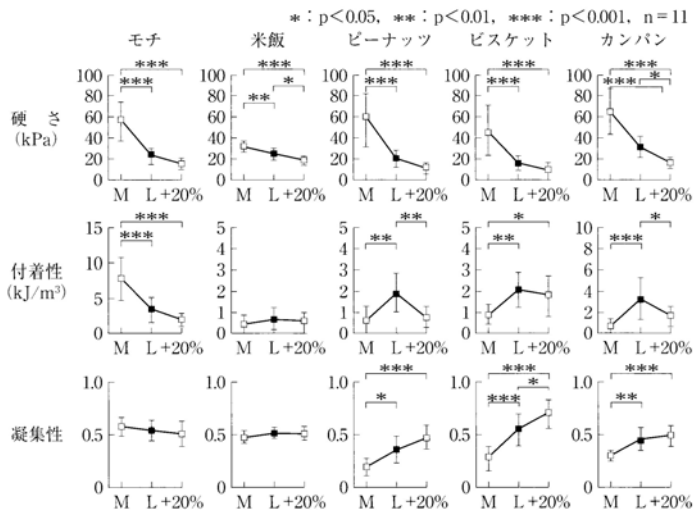
NO. OF CHEWS



P.J.Lillford: Feeding and the Texture of Food, p.240 (1991)

7

咀嚼途中の食塊のテクスチャー解析結果

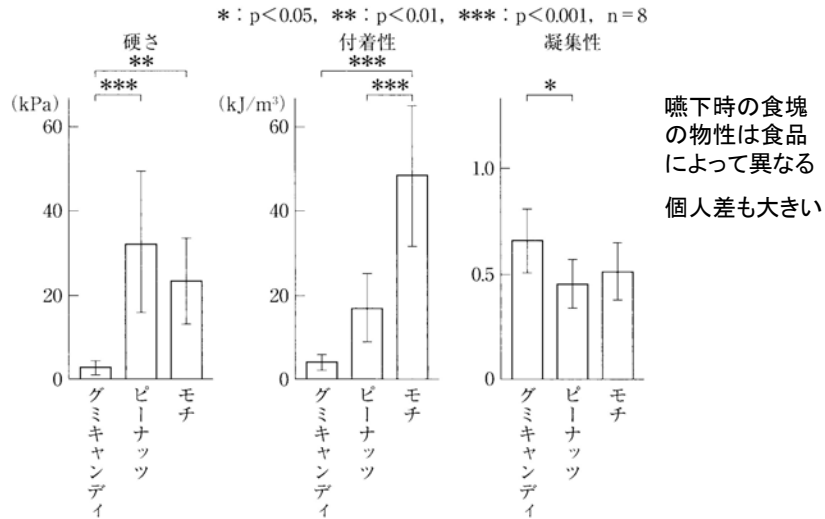


M:咀嚼中間点
L:嚥下直前
+20%:20%余計に咀嚼した時
咀嚼中の食物物性の変化は食品によって異なる
嚥下誘発は
硬さが減少し、
付着性がある程度上昇(モチは減少)し、
凝集性が適度な場合に起こる

Shiozawa, K., Kohyama, K. and Yanagisawa, K.: *Jpn. J. Oral Biol.*, **45**, 59-63 (2003).

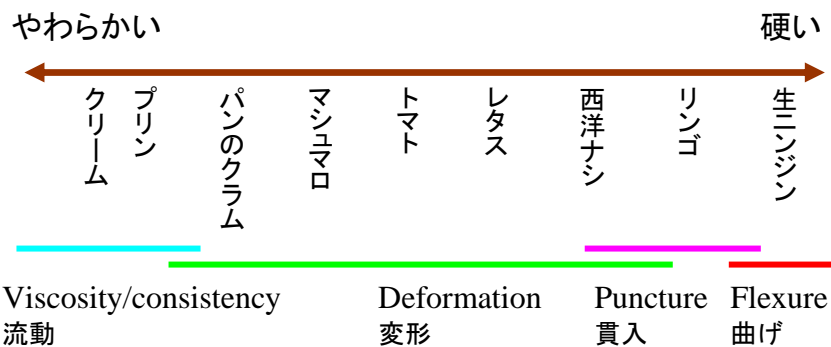
8

嚥下直前の食塊のテクスチャー解析結果



Shiozawa, K., Kohyama, K. and Yanagisawa, K.: *Jpn. J. Oral Biol.*, **41**, 297-302 (1999).

各種固体状食品の硬さの評価

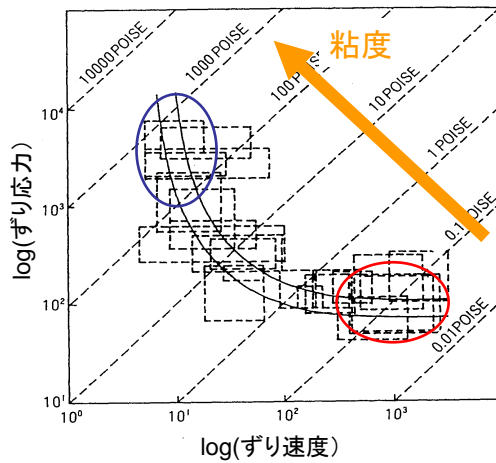


ヒトは試料の弾性率に応じて硬さの判断方法を変えている

A.C.Szczesniak & M.C.Bourne: *J. Texture Studies*, **1**, 52 (1969)

10

各種液状食品の口腔内粘度の評価



食品は、一般に、ずり速度に粘性値が依存する非ニュートン性流体

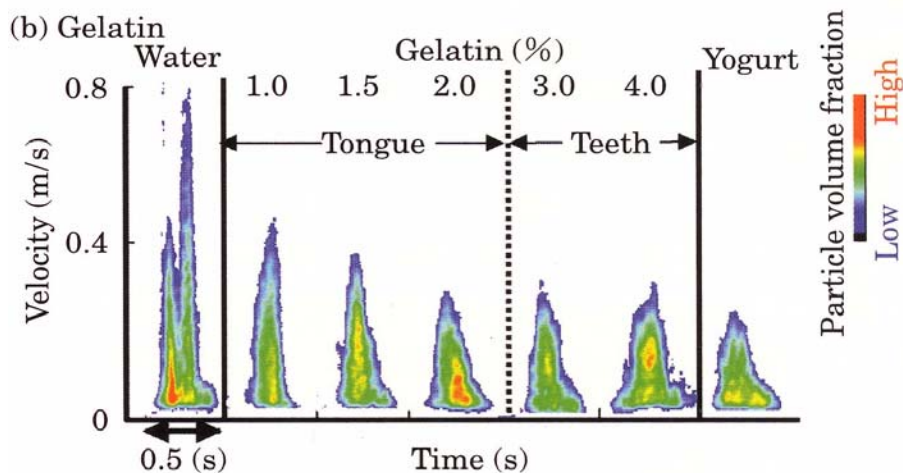
訓練された官能パネルの口腔内の粘性知覚は、いろいろな粘性値を持つニュートン流体との比較により、

低粘度液体の場合は
高ずり速度低ずり応力、
高粘度液体の場合は
低ずり速度高ずり応力
で評価されていることがわかった。

F.Shama & P.Sherman: *J. Texture Studies*, 4, 111 (1973)

11

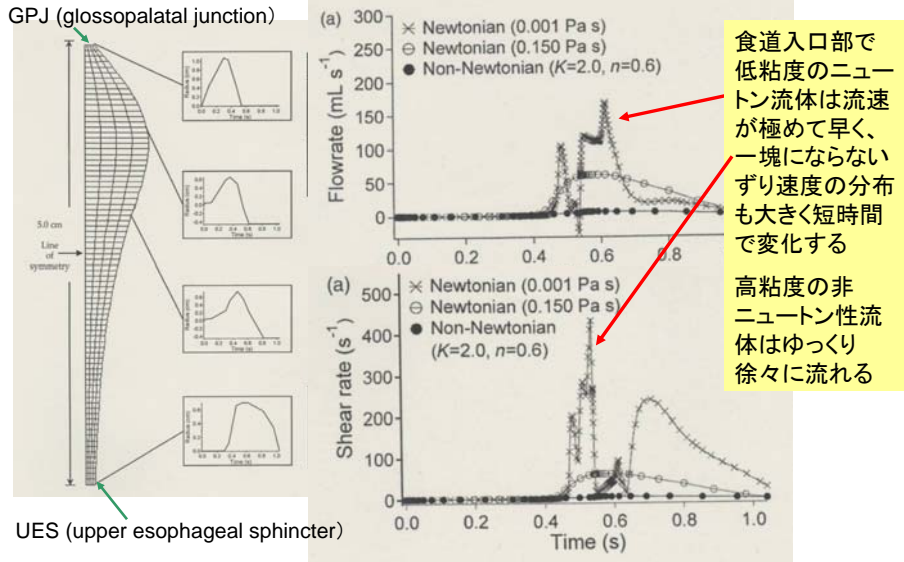
食物の咽頭部での流速分布 超音波測定



最大流速が低粘度食品では速く、
誤嚥を起こしやすい

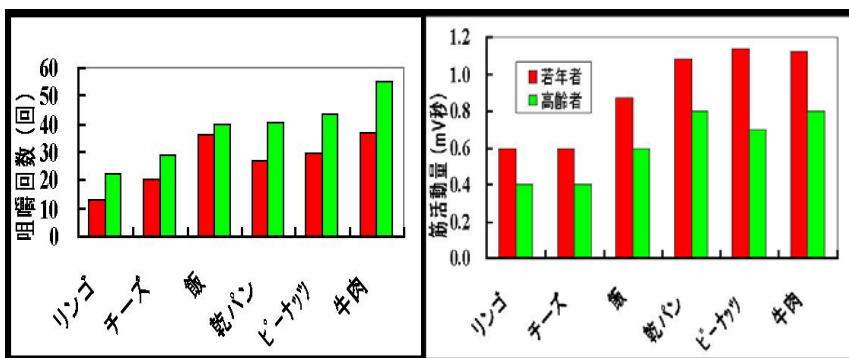
長谷川温子・乙黒明子・熊谷仁・中沢文子:
日本食品科学工学会誌, 52, 441-447 (2005)

咽頭部の食塊移動のシミュレーション



Y.Meng, M.A.Rao, A.K.Datta: *Trans IChemE, C*, **83**(C4), 297-305 (2005) ¹³

高齢者と若年者の咀嚼挙動の違いは？



咀嚼時間 若年者 < 高齢者

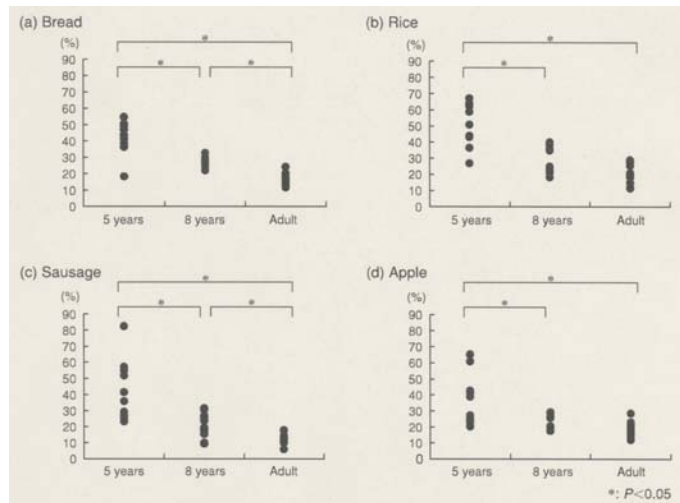
咀嚼力 若年者 > 高齢者

咀嚼パラメータは、全試料で若年者と高齢者の差が顕著だが、食品間の傾向は同じ。嚥下までに要する全筋活動量(両者の積)は、高齢者と若年者では有意差無し。

若年者は力で制御、力の足りない高齢者は時間で制御する咀嚼

K.Kohyama et al.: *J. Texture Studies*, **33**, 269-283 (2002); **35**, 393-414 (2004) ¹⁴

年齢による一口量の違い



5歳 < 8歳 < 大人

成長にともない
 ばらつきが小さくなる



食べやすい量を学習する

Yagi, K. et al.: *Pediatric Dental Journal*, 16, 17-22 (2006)

15

1噛み目の咀嚼力の比較

● 咀嚼力高い食品

餅 平均18.5kg

> ゆで豚

> アーモンド

> 生にんじん

● 咀嚼力低い食品

はんぺん 平均1kg

< マグロ刺身

< クッキー

< 煮豆

健康成年女子 第一大臼歯にかかる力

柔らかくても咀嚼力が高い食品、硬くても咀嚼力の低い食品が存在する。必ずしも、機器測定で硬い食品が咀嚼力大ではない。

高橋淳子・中沢文子: 家政誌, 38, 107-113 (1987)

16

食品を破壊する時の咀嚼力は？

食品	破壊時の実効咀嚼圧 (kPa)
羊羹	120
クラッカー	210
りんご(前歯)	180~210
蒲鉾	軟らか目200~硬目300
生人参	340
堅焼き煎餅	460
噛み切れないゴム	前歯2~300 奥歯5~800

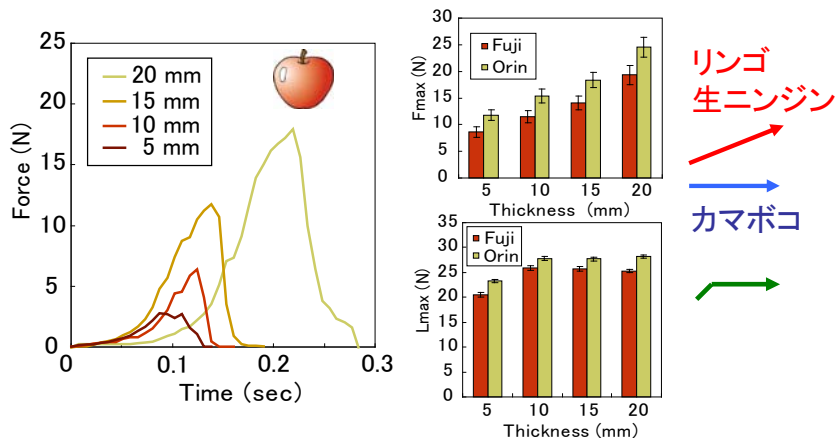
最大咬合力
の20%くら
いまで

数百kPa以上は
普通出さない

若年女性の平均値, 神山かおる:『咀嚼の本ー噛んで食べることの大切さー』, 日本咀嚼学会編, 口腔保健協会, 2006

17

厚さによって咀嚼力は変わる

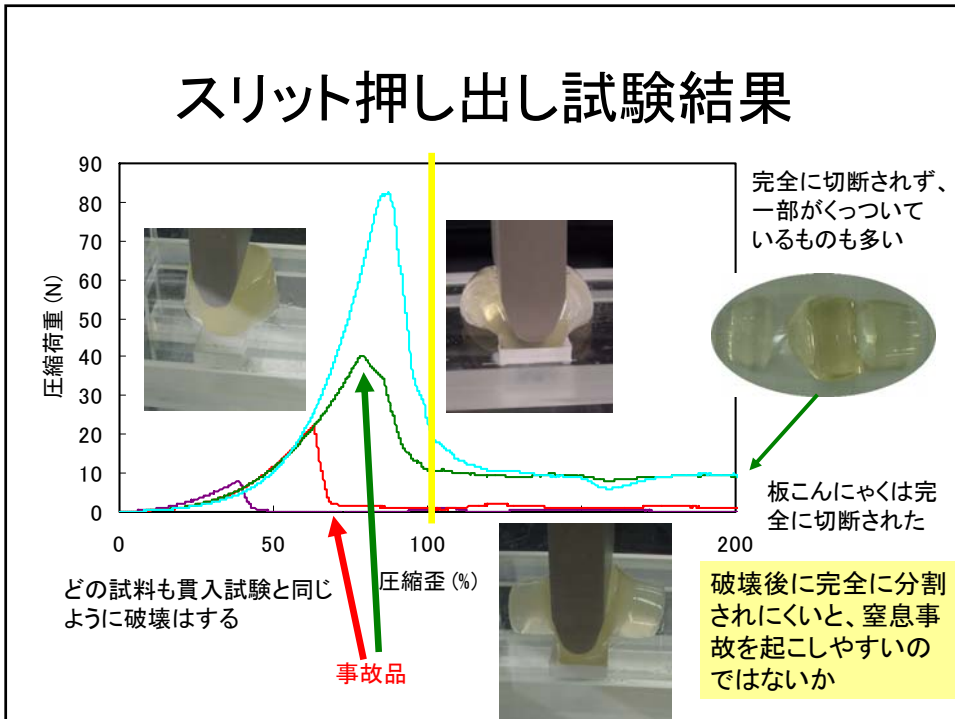
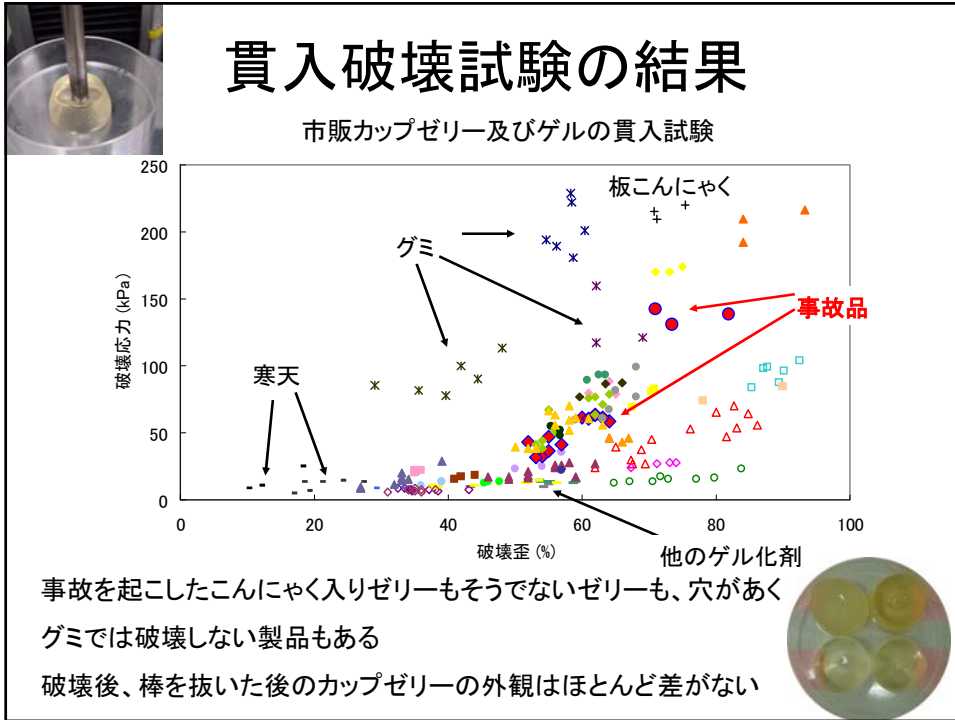


□厚さが増加するのに伴い、咀嚼の最大力が増加した

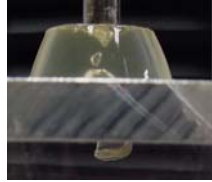
□機器測定では、厚さが10mmを超えると一定値を示した

K.Kohyama et al.: *J. Oral Rehabil.*, **31**, 323-334 (2004), *J. Texture Studies*, **36**, 157-173 (2005), H.Dan et al.: *J. Texture Studies*, **34**, 287-302 (2003)

18



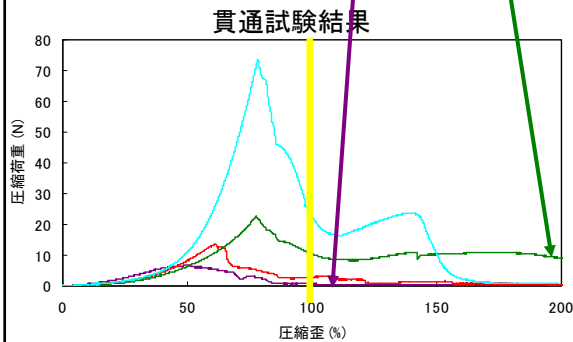
貫通試験 と 平板押し出し試験



9.54mm直径の棒で、下に開けた12mmの穴を貫通させると穴が完全にあくものと一部にくっつくものがある。

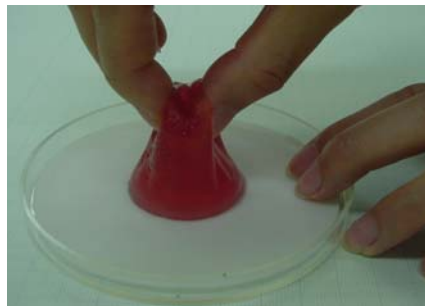
穴が大きくなると差が出にくい。

押し棒を平板にすると、こんにやく入りゼリーは、穴の大きさによらず、下に押し出されるより平たく伸び、破壊されない。



21

多水分でもゼリーは張り付きやすい

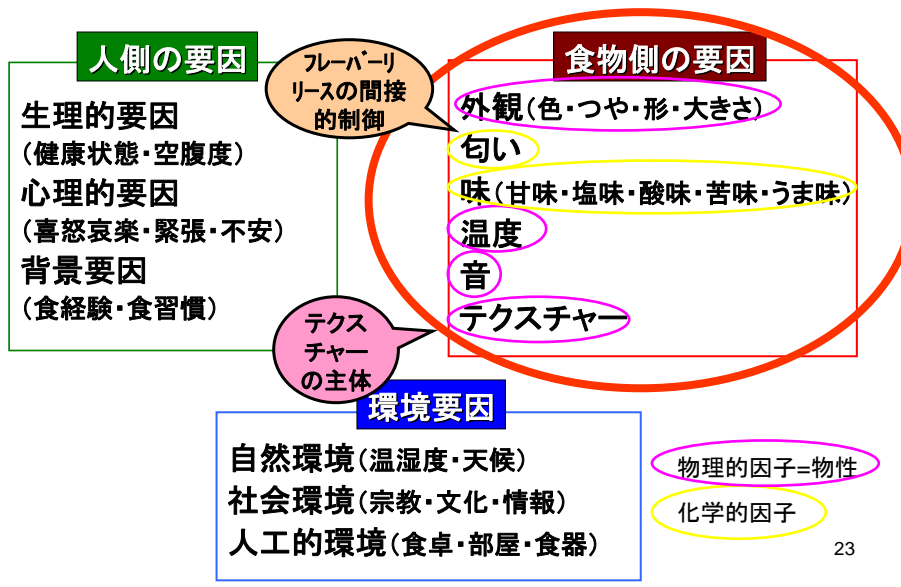


こんにやくの含有に関わらず、写真のように濾紙に張り付いてしまうことは多い。

しかし、引っ張っても剥がれないのはこんにやく入りゼリーに多く見られる。

22

「おいしさ」の構成要因



食品物性が変わるとおいしさが変わる 高齢者向け食事調製法の例 まぐろ刺身

ステップ1 普通者用 ステップ2 健康な高齢者用

栄養成分エネルギー値は同じ

大きさやテクスチャーを制御

外観も悪く不味い!

食事としてテクスチャーのバランス最悪

0.9点

ステップ4 嚥下困難者用 ステップ3 咀嚼困難者用

香川芳子 監修 『かむ、飲み込むが困難な人の献立カレンダー』より改変