

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00810

研究課題名(和文)食品の適塩化・低糖質化に向けた「微細構造-破断挙動-呈味」の関連性の解明

研究課題名(英文)Relationship of "microstructure - beaking properties - taste perception" for formulation reduction of salt and sugar

研究代表者

三浦 靖 (Miura, Makoto)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：50261459

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：表層の食塩含有量が大きい層状モデル食品では、人工唾液へのナトリウムイオンと塩化物イオンの溶出速度が速く、溶出量も大きかった。30回咀嚼した時点での唾液へのナトリウムイオンの溶出量が大きかった試料は、塩味強度が強かった。表層のスクロース配合量が大きい層状モデル食品では、甘味強度も強かった。3次元造形装置を用いて難消化性澱粉と水不溶性カルボキシメチルセルロースナトリウムを基材にしたペーストから孤立型層状構造を造形した。材料物性シミュレーションソフトウェア(J-OCTA)を用い、剛体粒子(125個)で構成した2軸回転楕円体を単位粒子にして33個を空間配置した粒子充填構造モデルを作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

呈味素材(食塩、ショ糖)の配合量を低減しても呈味(塩味、甘味)が十分に知覚できるようにして食品の低塩/低糖質化が図られ、咀嚼時には過剰に唾液を吸収することなく容易に破砕・小片化され、口腔中で形成された食塊が唾液を滲出することなく一体となって嚥下できるようにして咀嚼・嚥下が容易な低水分固体食品を3次元造形法するための基礎知見が得られた。『超高齢社会』と『多発する自然災害』という社会状況に対応する高齢者対応食品(咀嚼・嚥下容易食品、低塩/低糖質化食品)ならびに災害食(常温保存・流通可能食品)の開発に繋がる。

研究成果の概要(英文)：Layered structure model foods with high salt content at surface layer had higher dissolution rate and quantity of sodium and chloride ions to artificial saliva. The model food which had high sodium ion dissolution to saliva after 30 times of mastication was felt higher salty taste. The sample with high sucrose content at surface layer was felt higher sweet taste. Isolated layered structure model foods were molded from aqueous paste prepared with resistant starch and water-insoluble sodium carboxymethylcellulose as base material using a three-dimensional molding device. Particle filling structured model that located 33 biaxial spheroids composed of 125 rigid spheres as a unit spheroid was built using integrated simulation system for polymeric material (J-OCTA).

研究分野：食品化学工学

キーワード：低塩化 低糖質化 微細構造 破断挙動 呈味 3次元造形 粒子充填構造モデル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国での『超高齢社会』と『多発する自然災害』という社会状況に食産業が対応すべき事項として、高齢者対応食品(咀嚼・嚥下容易食品, 低塩/低糖質化食品など)ならびに災害食(低塩/低糖質化食品, 常温保存・流通可能食品など)の開発が考えられる。東北マリンサイエンス拠点形成事業:「三陸沿岸域の特性やニーズを基盤とした海藻産業イノベーション」(2012~2015年度)において、褐藻アカモク素材を用いた機能性食品開発に向けて、素材の成分分析と高分子化学・界面コロイド科学・レオロジー的特性を測定した。アカモク粉体は、ナトリウム、マグネシウム、カリウム含量が高く、加工食品において塩味増強効果が見られた。科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究)「嚥下困難者に対応した固体膨化食品の創製に向けての食塊の力学・界面物性の制御」(2012~2013年度)において、固体膨化食品の唾液吸収性や崩壊性が乳化剤により制御できることを明らかにした。そこで、固体食品の微細構造を乳化剤などで変化させて咀嚼時の破断挙動、および食塩やアカモク粉体由来の塩味増強効果を任意に制御することを着想し、科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究)「微細構造 - 咀嚼時の破断挙動 - 呈味性」の相関を利用した減塩食品の創製(2015~2016年)で検討した。多糖添加によって変化させた固体膨化食品の泡沫構造が塩味知覚に及ぼす影響を明らかにした。本研究では、これらの研究成果を発展させるために、味質を塩味のみ限定せず、低糖質化にも対応するために甘味も含めた。また、固体食品の構造についても多孔状構造のみ限定せず、層状構造(孤立型, 連続型)も含めた。そして、固体食品の「微細構造 - 咀嚼時の破断挙動 - 呈味性」の関連性を明らかにして、低塩化や低糖質化しても適度な塩味や甘味を有する加工食品の因子を特定することにした。

2. 研究の目的

これまでの加工食品での低塩化は、単なる食塩配合量の低減, 食塩代替素材の配合, 他成分による塩味の増強などで対応してきた。低糖質化は、糖質配合量の低減, 高甘味度甘味料の配合などで対応してきた。本研究では、風味や食感に悪影響を殆ど及ぼさずに低水分含量の固体食品を低塩化・低糖質化させるために、『微細構造 - 破断挙動 - 呈味』の関連性を明確にし、加工食品を設計する際の指針を得ることを目的にした。

3. 研究の方法

(1) 食塩配合試料における検討

試料

非膨化固体モデル食品の調製には薄力小麦粉(バイオレット, ㈱日清製粉), 塩化ナトリウム(財団法人塩事業センター)および脱塩水を用いた。層構造の観察のために食品用色素(紅・緑, 食品添加物着色料製剤)を用いた。人工唾液の調製には塩化ナトリウム, 硝酸アンモニウム, リン酸水素二カリウム, 塩化カリウム, クエン酸カリウム, 尿酸ナトリウム塩, 尿素, 乳酸ナトリウム(特級試薬, 富士フィルム和光純薬㈱)およびブタ胃由来型ムチン(Sigma-Aldrich社)を用い, Table 1 に示した人工唾液を調製した。官能評価でパネルの口内洗浄のためにミネラルウォーターを用いた。

Table 1 Composition of artificial saliva

Component	Concentration (g/L) or activity (units/mL)
Sodium chloride	1.594
Ammonium nitrate	0.328
Potassium phosphate	0.636
Potassium chloride	0.202
Potassium citrate	0.308
Uric acid sodium salt	0.021
Urea	0.198
Sodium D-lactate/lactic acid sodium salt	0.146
Mucin from porcine stomach, type II	30.000

層状モデル食品の調製

薄力小麦粉 100.0 g 当たり脱塩水を 40.0 g, 食塩を 0, 0.3, 0.45, 0.5, 0.6, 0.75, 0.9 g 配合し, アルミニウム製ピーターを装着した卓上ミキサー(N-50, ホバートジャパン㈱)で攪拌して調製した生地をスーパーシーター(SFB500, KEMPLEX社)にて厚さ 3 mm になるまで展延し, 成形型(W 48 x D 48mm)で打ち抜いて単層モデル試料とした。厚さ 1 mm に展延した生地を食塩配合量が Table 2 に示した層状になるように重層し, シーターで厚さ 3 mm に展延してから成形型で打ち抜いた。成形生地を恒温乾燥器にて, 120 °C で 50 分間加熱して乾燥させて Fig.1 に示した層状モデル食品を調製した。加熱後は室温(25 °C)で 30 分間静置して冷却した。

Table 2 NaCl concentration of layered model foods

Sample	NaCl [% (w/w)]
2D3L-A	0.45 / 0 / 0.45
2D3L-B	0 / 0.90 / 0
2D5L-A	0.50 / 0 / 0.50 / 0 / 0.50
2D5L-B	0 / 0.75 / 0 / 0.75 / 0
3D5L-A	0.60 / 0 / 0.30 / 0 / 0.60
3D5L-B	0 / 0.60 / 0.30 / 0.60 / 0
3D5L-C	0.3 / 0 / 0.9 / 0 / 0.3
3D5L-D	0 / 0.3 / 0.9 / 0.3 / 0
3D5L-E	0.45 / 0.30 / 0 / 0.30 / 0.45
3D5L-F	0.30 / 0.45 / 0 / 0.45 / 0.30

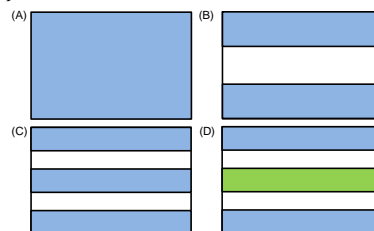


Fig.1 Layer structure of samples

(A) 1 dough / 1 layer, (B) 2 dough / 3 layer  
(C) 2 dough / 5 layer, (D) 3 dough / 5 layer

層状モデル食品の理化学的特性の測定

水分含量: 試料の側面を鋏にて 3 mm 程度切り落とし, 残った部分を供試した。赤外線水分計(FD-800, ㈱ケツト科学研究所)を用い, 105 °C に設定した乾燥減量法を適用した。  
高密度: 層状モデル食品の質量と, セラミックビーズ置換法により計測した体積から算出した。  
硬さ: 層状モデル食品をハイバリア性フィルム製袋(CANS FILM バリア, 四国化工㈱)に密封

して 20 に設定した恒温器に 1 時間収納し、平板状 (W 20×D 50×T 5mm) に成形した。定格容量 19.6 N のロードセルおよび 3 点曲げ試験治具を装着した単軸圧縮・引張型レオメータ (RE2-33005B, 株式会社山電) を用いて、支点間距離 40mm, 圧縮速度  $0.5\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ , 最大ひずみ 0.8, 測定周波数 100 Hz で対称 3 点曲げ試験を行った。圧縮距離 0.8mm における曲げ荷重を硬さ [N] と定義した。

試料表面の濡れ性: 薄力小麦粉 100 g 当たり 0, 0.3, 0.45, 0.5, 0.6 g の食塩を添加して調製した単層試料について、自動接触角計 (DM-501, 協和界面科学(株)) を用いて 37 の人工唾液の静的接触角 [deg] を液滴法により測定した。

試料表面の微細構造: 観察面に白金を蒸着させ、走査型電子顕微鏡 (JSM-6510LA, 日本電子(株)) を使用して、加速電圧 10kV, 作動距離 10mm, 観察倍率 300 倍で観察した。

層構造: 食塩無配合生地に食用色素 (赤色, 緑色) を添加した着色生地 A (赤色), 着色生地 B (緑色) および無配合生地を重層して以下の試料を調製した。

3 層生地 無着色生地 / 着色生地 A / 無着色生地

5 層生地 着色生地 A / 着色生地 B / 無着色生地 / 着色生地 B / 着色生地 A

生地をシーターにて厚さ 1mm になるように展延し、成型型で打ち抜いて成形した生地を上記の層構造になるように重層し、厚さ 3mm になるまで展延してから円板状に打ち抜いて成形した。加熱乾燥してから断面構造を観察した。

試料中のナトリウムイオンと塩化物イオンの拡散

薄力小麦粉 100g あたりに 0, 0.3, 0.45, 0.9 g の食塩を添加した 4 種類の単層モデル試料を調製し、食塩添加量が 0 および 0.3, 0 および 0.9, 0.3 および 0.45, 0.3 および 0.9 g になるように組み合わせで 2 層モデル試料を 4 種類調製した。単層試料, 2 層試料については食塩添加量が小さい方の層を削り取ったものを細断し、脱塩水 40mL に加えてマグネチックスターラにて 1 分間攪拌した後に固液分離した。採取した水溶液について、ナトリウムイオン選択性電極および比較電極を接続した卓上型 pH・水質分析計 (F-74, 株式会社堀場製作所) を用いてナトリウムイオン量 [g/L] を定量した。支持塩として  $\text{KNO}_3$  を 0.1 mol/L になるように添加した水溶液について、塩化物イオン選択性電極および比較電極を接続した卓上型 pH・水質分析計を用いて、塩化物イオン量 [g/L] を定量した。

人工唾液を用いて抽出した場合での層状モデル食品から人工唾液へのナトリウムイオンと塩化物イオンの溶出挙動の把握

層状モデル食品の咀嚼: ヒトの咀嚼での先行期における層状モデル食品の状態を知るために、単層モデル食品の対角線上に沿って 4 等分に切断した断片を、3 名のパネル (女性 3 名, 21-22 歳) が口に入れて咀嚼する直前に吐き出して、赤外水分計を用いた 105 での乾燥減量法で水分含量を測定し、唾液吸収量を検討した。口腔期における層状モデル食品の状態を知るために、層状モデル食品を 3 名のパネルに咀嚼・嚥下してもらい、嚥下するまでに咀嚼した回数を記録した。次に、層状モデル食品を記録した回数だけ咀嚼して吐き出した。この咀嚼物の水分含量を赤外水分計にて測定した。人工唾液への試料の浸漬時間を決定するために、4 名のパネルが層状モデル食品を咀嚼・嚥下した際の咀嚼時間も計測した。

人工唾液の粘度測定: キャノン-フェンスケ毛細管粘度計 (S0-5223, 柴田科学(株)) を使用して人工唾液の 37 における動粘度 [ $\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ] を測定した。液体比重測定方法 JIS Z 8804(1994) に従って、37 の人工唾液の密度を測定して人工唾液の粘度 [Pa·s] を算出した。

人工唾液によるナトリウムイオンと塩化物イオンの抽出: 層状モデル食品を 1 辺長が 48, 12, 6, 4, 3 mm の直方体になるように切断した。人工唾液 40 mL に層状モデル食品 1 個分の試料片を加え、37 でマグネチックスターラを用いて 30 秒間攪拌した後、上澄液を採取した。

ナトリウムイオンと塩化物イオンの定量: ナトリウムイオン選択性電極および比較電極を接続した卓上型 pH・水質分析計を用いて、人工唾液中のナトリウムイオン量 [g/L] を定量した。支持塩として  $\text{KNO}_3$  を 0.1 mol/L になるように添加した人工唾液について、塩化物イオン選択性電極および比較電極を接続した卓上型 pH・水質分析計を用いて塩化物イオン量 [g/L] を定量した。ここで、人工唾液中のナトリウムイオン量と塩化物イオン量をブランク値とした。

ヒトが咀嚼した場合での層状モデル食品から唾液へのナトリウムイオンと塩化物イオンの溶出挙動の把握

層状モデル食品の咀嚼: 層状モデル食品を対角線に沿って 4 等分し、1 秒間に 1 回の咀嚼速度で所定回数 (5, 10, 15, 20, 30 回) だけ咀嚼した後に吐き出して咀嚼物を回収した。

咀嚼物の唾液吸収量の測定: 試料の咀嚼前と、咀嚼して回収した際の質量差から唾液吸収量を測定した。

咀嚼物の粒子径分布の測定: 10, 20, 30 回咀嚼した試料を黒色紙の上に吐き出した状態を撮影し、画像解析ソフトウェア (Image-Pro Premier, Media Cybernetics Inc. 社) を用いて咀嚼物の粒子径と粒子数を計測した。

唾液中に溶出したナトリウムイオンおよび塩化物イオンの定量: 唾液採取 2 時間前には水以外は飲食せず、ガラス棒で上口蓋を 60 秒間刺激した後分泌された唾液を脱塩水で 1/50 に希釈してナトリウムイオンと塩化物イオンを定量してブランク値とした。10, 20, 30 回咀嚼した試料を濾紙 (No. 5A, アドバンテック東洋(株)) の上に吐き出して、その上から濾紙をかぶせてシャーレ底で押しつけて唾液を濾紙に吸収させた。この濾紙の質量変化を唾液の質量とし、これを細断して蒸留水 20mL 中に入れてマグネチックスターラで 1 分間攪拌した後、上清液中のナトリウムイオンおよび塩化物イオンを定量した。そして、咀嚼中に試料から唾液に溶出するナトリウム

ムイオン量と塩化物イオン量を算出した。

#### 層状モデル食品の塩味評価

塩味強度の官能評価：3点識別法により選定したパネル（男性3人，女性6人，平均年齢27±34歳）により層状モデル食品（2種類の2種5層，6種類の3種5層）を30回咀嚼したときの塩味強度を7段階カテゴリー尺度法（評価点0~6）で評価した。塩味強度の評価基準として，評価点1（食塩配合量0.3%（w/w）），3（0.36%（w/w）），5（0.41%（w/w））に相当する基準試料を設定した。試料の対角線に沿って4等分にした断片を口に含み，30回咀嚼するまでの塩味強度を評価した。

#### 統計処理・解析

統計解析ソフトウェア（IBM SPSS Statistics 23，エス・ピー・エス・エス株）を用い，層状モデル食品の理化学的的特性の平均値の差をTukeyの多重比較法により有意水準5%で検定した。

## (2) ショ糖配合試料における検討

### 試料

薄力小麦粉（バイオレット，㈱日清製粉），ショ糖（ビートグラニュー糖，北海道糖業株），脱塩水を用いて非膨化固体モデル食品を調製した。

Table 2 Sucrose concentration of layered model foods

### 層状モデル食品の調製

薄力小麦粉 100.0 g 当たり脱塩水を 40.0 g，ショ糖 0，1.2，1.8，2.0，2.4，3.0，3.6 g 配合して生地を調製し，ショ糖配合量が Table 2 に示した層状になるように重層して層状モデル食品を調製した。

### 層状モデル食品の理化学的的特性の測定

水分含量，嵩密度：食塩配合試料における検討と同様に測定した。

硬さ：圧縮距離 1.0mm における曲げ荷重を硬さ [N] と定義した以外は，食塩配合試料における検討と同様に測定した。

試料表面の濡れ性：薄力小麦粉 100 g 当たり 0，1.2，1.8，2.0，2.4

g のショ糖を添加して調製した単層試料について，食塩配合試料における検討と同様に測定した。

ヒトが咀嚼した場合での層状モデル食品から唾液へのスクロースの溶出挙動の把握

層状モデル食品の咀嚼：調製した試料の対角線に沿って4等分にし，1秒間あたり1回の咀嚼速度で所定回数（10，20，30回）だけ咀嚼した咀嚼物を各測定に用いた。

咀嚼物の唾液吸収量の測定：咀嚼物の含水率および質量，パネルの唾液の含水率を赤外線水分計で測定し，咀嚼物に吸収された唾液量を求めた。

咀嚼物の粒子径分布の測定：咀嚼物を黒色紙の上に吐き出した状態の写真を撮影し，画像解析ソフトウェアを用いて粒子断片の大きさおよび数を計測した。

唾液中に溶出したスクロースの定量：咀嚼物をシャーレに載せた濾紙に吐き出してシャーレの底で押しつけることで試料が含む唾液を濾紙に吸収させた。この濾紙を細かく刻み，これに82%（v/v）アセトン水溶液を20mL加えて-20℃の冷凍庫内に一晩収納してタンパク質を不溶化させながらスクロースを抽出した。抽出液を遠心分離機（M201-IVD，㈱佐久間製作所）にて遠心分離（5，11，600 rpm，10分間）して得られた上清液をシリンジフィルター（SFNY013045N，Membrane Solutions社）にて精密濾過してスクロース定量用試料にした。送液ポンプ（PU-2089），示差屈折検出器（RI-2031），カラムオープン（CO-2065），試料インジェクタ（7725(i)）から構成される高速液体クロマトグラフ（LC2000Plus，日本分光株）を用い，スクロースを定量した。ガードカラム（TSKgel guardgel Amide-80，I.D.3.2×L15mm，東ソー株）を連結した分離カラム（TSKgel Amide-80，I.D.4.6×L250mm，東ソー株）を用いて溶離液を82%（v/v）アセトン水溶液にして，流速1.0mL・min<sup>-1</sup>，カラム温度を25℃に設定して通液した。クロマトグラムの保持時間10~12minに検出されるピークの面積から，検量線を用いて試料中のスクロース濃度を算出した。

### 層状モデル食品の甘味の官能評価

甘味強度の官能評価：選定したパネル（男性2人，女性6人，平均年齢23±2歳）により層状モデル食品（2種類の2種3層，2種類の2種5層，6種類の3種5層）を30回まで咀嚼したときの甘味強度を7段階評価点尺度法（評価点0~6）で評価した。甘味強度の評価基準として，評価点1（ショ糖配合量1.2%（w/w）），3（1.5%（w/w）），5（1.8%（w/w））に相当する基準試料を設定した。試料の対角線に沿って4等分にした断片を口に含み，30回咀嚼するまでの甘味強度を評価した。

#### 統計処理・解析

統計解析ソフトウェアを用い，固体膨化モデル食品の各理化学的的特性の平均値の差をTukeyの多重比較法により有意水準5%で検定した。

## (3) 食品用3次元造形装置を用いたモデル食品の調製

吐出生地の調製：水不溶性カルボキシメチルセルロースナトリウム（サンローズ SLD-F1，日本製紙株）10質量部および脱塩水90質量部からなるペースト，難消化性澱粉（アミロジェル HB-450，三和澱粉工業株）63質量部，水不溶性カルボキシメチルセルロースナトリウム2質量部および脱塩水35質量部からなるペーストを調製した。

3次元造形：食品用3次元造形装置（Fig.2，XYZ軸駆動方式：ステッピングモータ，動作速度：10mm/s，距離分解能：0.01mm/step，XYZ稼動距離：203.2（X）×152.4（Y）×60.5（Z）mm）を用いて細線並列型層を積層して扁平な直方体状（W30×D30×H8mm）に造形した。なお，1層

毎に 10% (w/w) カードラン水溶液を噴霧して積層して各層が一体化しないようにした。

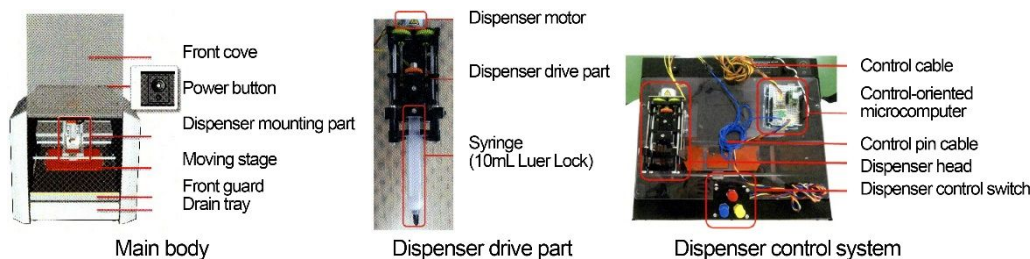


Fig.2 Outline of the three-dimensional modeling system

(4) 粒子充填構造モデルの作成

材料物性シミュレーションソフトウェア(J-OCTA)を用い,剛体粒子(125個)で構成した2軸回転楕円体を単位粒子にして33個を空間配置した粒子充填構造モデルに対して,粒子間の付着力や摩擦係数などの相互作用を導入した。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

食塩配合試料における検討

層状モデル食品が層構造のみが異なり,理化学的特性が変化していないことを確認するために,水分含量,嵩密度,硬さ,試料表面の濡れ性,試料表面の微細構造を測定して,これらに有意差が無いことを確認した。食用色素で染色した生地から調製した試料の断面を観察し,想定した通りの層構造であることが確認できた。試料中のナトリウムイオンと塩化物イオンの拡散量を測定したところ,試料調製の乾燥によってこれらの拡散が抑制できていた。層状モデル食品から人工唾液を用いて抽出したナトリウムイオンと塩化物イオンの溶出量を検討したところ,ナトリウムイオンと塩化物イオンは試料表層の食塩配合量が大きい試料ほど溶出速度が速く,溶出量も大きかったが,ナトリウムイオン量および塩化物イオン量のいずれも官能評価での塩味強度とは一致しなかった。これは,咀嚼による食塊の状態変化が単純な表面積の増加だけではないことが原因であると思われた。ヒトが咀嚼した場合での層状モデル食品から唾液へのナトリウムイオンと塩化物イオンの溶出挙動を検討したところ,咀嚼30回時点でのナトリウム溶出量が大きかった試料と塩味強度の官能評価値が大きかった試料が一致した。したがって,30回までの咀嚼により溶出したナトリウムイオン溶出量が塩味強度に影響すると考えられた。

ショ糖配合試料における検討

層状モデル食品が層構造のみが異なり理化学的特性が変化していないことを確認するために水分含量,嵩密度,硬さ,試料表面の濡れ性を測定したところ,水分含量,硬さ,試料表面の濡れ性で試料間に有意差が見られた。これは,ショ糖の水分保持能力やショ糖が小麦澱粉の糊化を抑制したことに起因すると考えられた。ヒトが咀嚼した場合での層状モデル食品から唾液へのスクロースの溶出挙動を調べたところ,試料表層のスクロース配合量が大きい試料では甘味強度の官能評価値も大きかった。これらの試料は水分含量が大きく,スクロースが唾液に溶出しやすかったことに起因すると考えられる。

3Dモデリング装置を用いて難消化性澱粉と水不溶性カルボキシメチルセルロースナトリウムを基材にしたペーストから孤立型層状構造を造形することができた(Fig. 3)。



Fig.3 Model food with isolated layer structure layer

多相構造と塩味・甘味物質移動のモデル化変数を検討するために,材料物性シミュレーションソフトウェア(J-OCTA)を用い,剛体粒子(125個)で構成した2軸回転楕円体を単位粒子にして33個を空間配置した粒子充填構造モデルを作成した。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

タンパク質を加熱・冷却凝固または酸凝固,多糖を加熱・冷却凝固させて調製したタンパク質単独ゲル,多糖単独ゲル,タンパク質-多糖混合ゲル(高水分含量の半固体食品)について,その構造と塩味・甘味の強度との関連性が検討されている。それらでは食塩やショ糖を配合し,タンパク質や多糖の濃度や凝固条件を変化させて試料ゲルの微細構造を変化させ,構造観察,力学的物性の測定,塩味や甘味の官能評価がなされている。しかし,本研究のように,食塩や糖の使用量を低減しても適度な塩味や甘味を呈する「低水分含量の固体食品」を調製するという独創的な発想,かつ意外性のある着想に基づく研究は皆無である。

(3) 今後の展望

最近,我が国では『超高齢社会』と『多発する自然災害』という言葉をよく見聞きする。この社会状況に食関連産業が対応すべき事項として,高齢者対応食品(特に咀嚼・嚥下容易食品,低塩/低糖質化食品)ならびに災害食(特に低塩/低糖質化食品,常温保存・流通可能食品)の開発が考えられる。そこで,呈味素材(食塩,ショ糖)の配合量を低減しても呈味(塩味,甘味)が十分に知覚できるようにして食品の低塩/低糖質化を可能すること,および咀嚼時には過剰に唾液を吸収することなく容易に破砕・小片化され,口腔中で形成された食塊が唾液を滲出することなく一体となって嚥下できるようにして咀嚼・嚥下を容易にすることを目的にして,低水分固体食品の3次元造形法を確立する研究を開始した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 三浦 靖	4. 巻 59
2. 論文標題 減塩と適塩 食品の減塩化に向けて～適度な塩味を持つ食品の開発～	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 食品と科学	6. 最初と最後の頁 53-57
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 田中ゆうこ，石井達也，平川妙子，白土満，佐藤正一
2. 発表標題 食品テクスチャーが良好な米飯塊の力学的特性を予測する米飯粒子充填構造のモデル化
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中ゆうこ，石井達也，平川妙子，白土満，佐藤正一，三浦 靖
2. 発表標題 食品テクスチャーが良好な米飯塊の力学的特性を予測する米飯粒子充填構造のモデル化
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kasai, N. and Miura, M.
2. 発表標題 The relation between layer structure and intensity of saltiness perception of solid model foods
3. 学会等名 International Symposium on Innovative Agriculture and Fishery (ISIAF 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 葛西 希, 岡山 明, 伊藤綾香, 森川卓哉, 三浦 靖
2. 発表標題 小麦粉-食塩-水固体モデル食品における層構造と塩味強度の関連性
3. 学会等名 第65回レオロジー討論会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 小麦粉用または小麦粉材用シヨ糖代替甘味料材、低糖質菓子用組成物およびこれを用いた低糖質菓子	発明者 三浦 靖, 中居林達也, 池田尚史	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、国内優先権主張出願	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 低糖質菓子用組成物およびこれを用いた低糖質菓子	発明者 三浦靖, 中居林達也, 池田尚史	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-45688	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	森川 卓哉  (Morikawa Takuya)		