

高齢者施設向け米菓類の物性評価

下 山 亜 美
関 田 道 子
濱 口 明 美
橋 口 美智留
羽 深 太 郎
吉 川 秀 樹

キーワード：米菓、硬さ、水浸漬

【要旨】

高齢者・介護施設向けに「おやつ」の宅配事業を行っている企業が扱う米菓（新潟型、揚げせん、おかき、あられタイプ）について、部分圧縮による破断強度試験を行った。対象試料と咀嚼時の唾液浸潤を想定し、水浸漬した試料を用いた。破断曲線の波形パターンは、大きく4つに分類できた。水浸漬により、新潟型タイプと揚げせんタイプの破断荷重は、大きく減少したが破断歪率は増加した。破断特性値を主成分分析で解析した結果、新潟型タイプは“硬く、くだけやすい”、あられタイプは“硬く、くだけにくい”ことが分かった。水浸漬後の新潟型タイプと揚げせんタイプはやわらかくなったが、おかきとあられタイプは、15秒間の水浸漬ではやわらかくならなかった。米菓の硬さについては、破断荷重以外にも付着性・凝集性などのテクスチャー特性と官能評価との総合的な相関関係を検討していくことが必要である。

I. 緒言

我が国の65歳以上人口の割合は、1950年以降増加の一途をたどり、現在では総人口に占める割合が29.1%にまで達している¹⁾。2025年には30%を超えると予想されており、高齢化に伴う様々な疾病発症リスクの高まりが問題視されている。その1つに加齢に伴う、咀嚼力や嚥下力の低下、唾液分泌の低下などが原因で起こる“摂食・嚥下機能の低下”が挙げられる。嚥下機能が低下した高齢者の割合は、老人保健施設で45.3%、特別養護老人ホームで59.7%と報告されてお

り²⁾、多くの施設で嚥下調整された食品が利用されている。

高齢者向けの食品に関する研究は、これまでに“力学的特性とテクスチャーの関係”をはじめ多数報告されている^{3),4)}。高齢者にとって、口からおいしく・安全に食事を摂ることは、生活の質（Quality of Life）の向上にも重要である。その中でも嗜好品にあたる菓子類は、心のよりどころの1つになる「楽しみ」や「喜び」に直結し、高齢者のQOLの向上が期待できる食物である。これまでに菓子類の研究としては、菓子類の硬さと付着性を中心とした食感に関する研究⁵⁾や、米菓の硬さに関する研究⁶⁾などいくつか報告されているが⁷⁾、市販の菓子類を対象としている研究報告はまだ少ない。さらに、市販の菓子類と菓子摂取時の物性変化について、客観的に評価した研究報告も少ない。

本研究では、高齢者施設向けに菓子の宅配事業を行っているA社から依頼を受け、菓子（米菓）の物性測定を行った。A社は高齢者に適した菓子を各施設に販売する際、独自で官能評価を行った結果を、菓子の“硬さの基準”として提示している。そこで、米菓の物性測定による客観的な評価を行うことで、官能評価との相関関係を検討するとともに、米菓摂取時の唾液の浸潤を想定して、水浸漬をしたものについても物性測定を行い、硬さの変化を検討する。

II. 実験方法

1. 試料

高齢者施設向けに菓子の宅配事業を行っているA社から依頼を受けたものを試料とした。依頼を受けた菓子類200品中、米菓は40品を占め、その中から無作為に抽出した米菓8品目を試料として用いた(表1)。

表 1. 実験に供した試料

	試料名・写真	原材料	加熱	米菓ジャンル ⁸⁾	硬さ分類 (※株式会社 A)	
うるち米菓	SR1 	米, 植物油, 食塩, 砂糖, 醤油, 香辛料／加工でん粉, 調味料, 植物レシチン	焙焼	新潟型タイプ (ソフトタイプ)	普通	やわらかい塩味のせんべい
	SR2 	米, 砂糖, でん粉, 植物油, 醤油, 食塩, 色素, 調味料, 酵母エキスパウダー, トレハロース, 酸化防止剤	焙焼		普通	やわらかい醤油味のせんべい
	SR3 	米, 醤油, 砂糖, みそ, 食塩, でんぷん／調味料, 着色料, 加工でんぷん, 香辛料抽出物	焙煎		やわらかい～普通	たまり醤油で味付け、食べやすい大きさに割っているせんべい
	SO4 	米, 植物油, 食塩, でん粉, 青のり／調味料, 酸化防止剤	油ちょう	揚げせんタイプ	やわらかい～普通	つぶつぶとしたお米の食感がする青のり味のおかき
もち米菓	R5 	米, もち粉, 植物油, 昆布, 食塩, 調味料	焙焼	おかきタイプ	普通～硬い	外はカリッと、中はサクッとしたおかき
	R6 	米, もち粉, 植物油, 乾燥ごぼう, 食塩, 醤油, 砂糖, 醤油調味料, 唐辛子 / 調味料, 香料, 甘味料	焙焼		やわらかい～普通	食べた瞬間からゴボウの風味がいっばいに広がるおかき
	GR7 	米, 植物油, 大豆, でん粉, 食塩／調味料, 植物レシチン	焙焼		やわらかい～普通	北海道の大袖振大豆を練りこみふんわりしたおかき
	R8 	米, 醤油, デキストリン, 食塩, 砂糖, 水飴, ブドウ糖 / アルコール, 調味料	焙焼	あられタイプ	普通	サクッとした食感のおかき

試料：Sは「うるち米とデンプン」、Gは「もち米とデンプン」 加熱方法：Rは「焙焼」、Oは「油ちょう」

※：A社の「硬さ」の分類は、A社独自の官能評価により「雪の宿（三幸製菓）」を「普通」の基準と定め、各米菓を「やわらかい＜普通＜硬い」に分類したものである。

2. 機器による力学的物性測定

1) 測定条件

物性測定には、クリープメーター物性評価システム (RE2-33005C, 山電社製) を用い、部分圧縮による破断強度試験を行った。破断特性値の解析には、同社製の破断強度解析ソフトウェアを使用した。

測定は室温下 ($25 \pm 2^\circ\text{C}$)、相対湿度約 60% で実施し、各試料を試料台 (直径 90 mm, ステンレス製) にのせ、直径 3 mm の円柱型プランジャーを使用し、圧縮速度 1 mm/秒、歪率 70% まで圧縮した。

2) 測定方法

測定は、対象試料と米菓摂取時の口中には唾液が存在するため、その影響を想定して水浸漬を 15 秒行った水浸漬試料について実施した。なお水浸漬試料については、プラスチック容器 (14 cm × 10 cm) を用い、試料が十分に浸かる一定量の水 (約 400 ml) を用いて行った。浸漬時間は、南ら⁷⁾の結果を参考に、15 秒とした。

試料の大きさについては、対象試料はそのままの状態、水浸漬試料は一口サイズ (約 4 cm 角) にしたものを測定に用いた。対象試料については一口サイズにしたものと、そのままの状態で測定したものとの間で、測定値に差がみられなかったため、試料を一口サイズにカットせずにそのまま用いた。測定は 1 つの被検食品につき 5 回ずつ行い、破断曲線および微分曲線については中央値を求め、図を作成した。

3. 統計分析

米菓の硬さを表す測定項目を用いて主成分分析を行い、各主成分の固有値、累計寄与率、因子負荷量を求

めた。計算は、Microsoft365 Excel (バージョン 2207) のデータ分析機能を用い行った。

Ⅲ. 結果および考察

1. 各試料の破断特性

図 1 に米菓の荷重-歪曲線 (破断曲線) を示した。青線で示したものが対象試料、オレンジ線で示したものが水浸漬試料である。GR7 と R8 を除くいずれの試料も水浸漬することで、破断荷重が低くなった。特に SR1~SR3、SO4 (うるち米菓) では、その差が顕著にあらわれ、水浸漬により明らかにやわらかくなったことがわかる。SR1~SR3、SO4 の対象試料は、破断曲線状に鋭角なピークが多数見られた。これらのピークは、米菓の微小な多孔質構造が圧縮により連続的に崩壊した様子を反映していると考えられる。対象試料と水浸漬試料の波形パターンの特徴を表 2 にまとめた。

表 3 には、各試料の破断特性値を示した。対象試料の破断荷重は、新潟型タイプ (SR1~SR3) 9.09~14.27 N、揚げせんタイプ (SO4) 3.75 N、おかきタイプ (R5、R6、GR7) 7.61~16.40 N、あられタイプ (R8) 6.10 N であった (以下“タイプ”の語句は省略する)。破断歪率の大きさは、おかき<新潟型<あられ<揚げせんの順で、歪率が大きくなった。つまり揚げせんは他のものと比べ、やわらかいが、噛み切りにくいと考えられる。次に水浸漬試料と、対象試料を比較すると、破断荷重は全体的に低下するものの、新潟型の破断荷重の低下は水浸漬したもので特に著しく、0.48~3.40 N (約 1/7) まで減少した。水浸漬後の破断歪率は、新潟型 11.90~39.06%、揚げせん 50.08%、おかき 2.30

表 2. 対象試料と水浸漬試料の米菓の波形パターンの特徴

新潟型タイプ (SR1, SR2, SR3)	対象試料	かたく、破断点が多数観察される。
	水浸漬試料	かたなく、明確な破断点が観察されない。
揚げせんタイプ (SO4)	対象試料	新潟型タイプに比べ、細かな破断点は少ない。
	水浸漬試料	かたなく、明確な破断点が観察されない。
おかきタイプ (R5, R6, GR7)	対象試料	新潟型タイプに比べて破断歪が小さく、複数の細かな破断点が観察される。
	水浸漬試料	R5 と R6 は対象試料より荷重の値は低いが、GR7 は水浸漬試料の方が、全体的に荷重の値が高い。
あられタイプ (R8)	対象試料	揚げせんタイプと似ている。細かな破断点は観察されない。
	水浸漬試料	破断荷重の値は、対象試料より高いが、破断点是对象試料が歪率 6.5% で破断したのに対し、水浸漬試料は歪率 10.6% まで上昇した。

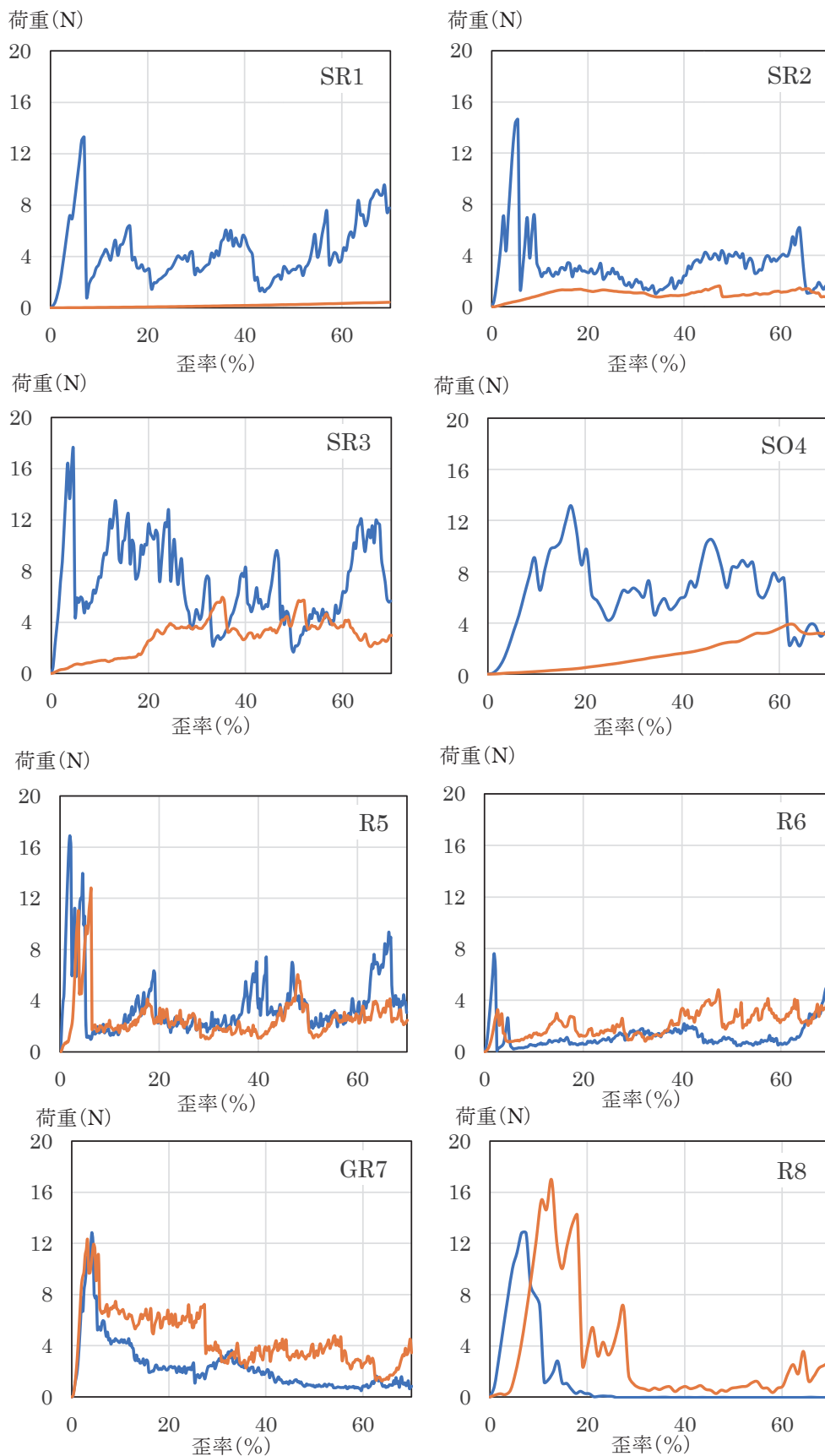


図 1. 米菓の荷重－歪曲線

左上から新潟型タイプ (SR1、SR2、SR3)、揚げせんタイプ (SO4)、おかきタイプ (R5、R6、GR7)、あられタイプ (R8) の波形を示している。図の縦軸は荷重 (N)、横軸は歪率 (%)、青線は対象試料、オレンジ線は水浸漬試料である。測定は1つの被検食品につき5回ずつ行い、その中央値を図に示している。

～6.76%、あられ 10.55%であった。水浸漬により、うるち米が原料の新潟型と揚げせんについては、対象試料と比べ歪率が大きく増加した。つまり噛み切りにくさや付着性があがったと言える。これは、うるち米菓ともち米菓の製造工程に起因すると考えられる。米菓の一般的な製造法では⁹⁾、もち米菓は丸粒のまま使用されるのに対し、うるち米菓では粉碎してから利用される。これは、うるち米がもち米に比べて浸漬米の水分が低いため、蒸米の水分が低く硬い蒸米になり、均一に搗きあげることができないことが要因である。また使用する米粉が細くなる程、膨化（アミロース含量が関与）程度が大きくなり、ソフトな食感の煎餅に仕上がる。すなわち水浸漬により、原料のうるち米が水分をより吸収し、付着性があがったと考えられる。一方もち米菓は、餅生地との粘りと付着性を低減するために2～3日程冷蔵して硬化させる工程が入る。そのため今回の水浸漬時間では、もち米に十分な水分が吸収されず、対象試料と水浸漬試料間で付着性の差が見られなかったと考えられる。

次に、米菓の荷重－歪曲線（図1）において、荷重を歪率で微分した結果を図2に示した。試料を圧縮した時に、組織構造が崩壊すると荷重が減少する。そのため微分値はマイナスを示す。歪率0～20%区間で対象試料の新潟型（SR3）とおかき（R5）を比較すると、おかきの方が微分曲線の振幅が大きかった。つまり咀嚼初期では、おかきの方が新潟型よりサクサク感を感じやすいと言える。咀嚼中期（歪率20%）以降は、新潟型とおかきともに一定の間隔で、微分曲線の小さな振幅が観察された。これは弱くて密なサクサク感を反映していると考えられる。揚げせん（SO4）は、全体的に微分曲線の振幅はほとんど見られなかった。あられ（R8）も、揚げせんとはほぼ似た波形だが、揚げせんは咀嚼後期（歪率60%以降）にわずかな振幅が見られたのに対し、あられは咀嚼初期に微分曲線の振幅が観察された。いずれの試料も、サクサク感は弱く、瞬間的なサクッと感・パリッと感を反映していると考えられる。A社の官能評価でも、あられ（R8）はサクッと感とした食感のおかきと明記されているため、物性測定

表 3. 各試料の破断特性

対象試料						
試料名	最大荷重 [N]	最大応力 [MPa]	総エネルギー [10 ⁴ J/m ⁴]	破断荷重 [N]	破断歪率 [%]	破断エネルギー [10 ⁴ J/m ³]
SR1	13.27	1.88	52.83	13.27	6.81	4.84
SR2	14.62	2.07	41.86	9.09	3.36	1.89
SR3	17.50	2.48	81.92	14.27	3.40	3.16
SO4	14.40	2.04	62.40	3.75	14.69	3.07
R5	16.89	2.39	25.55	16.40	1.99	2.23
R6	7.61	1.08	12.44	7.61	1.95	0.88
GR7	12.84	1.82	26.50	12.67	3.23	2.34
R8	12.82	1.81	13.09	6.10	6.42	2.31
水浸漬試料						
試料名	最大荷重 [N]	最大応力 [MPa]	総エネルギー [10 ⁴ J/m ⁴]	破断荷重 [N]	破断歪率 [%]	破断エネルギー [10 ⁴ J/m ³]
SR1	0.51	0.07	3.66	0.48	39.06	1.47
SR2	1.59	0.23	9.38	1.36	22.89	2.03
SR3	5.95	0.84	21.81	3.40	11.90	2.45
SO4	4.03	0.57	16.55	3.26	50.08	8.59
R5	12.72	1.80	35.18	10.96	6.76	1.76
R6	4.80	0.68	15.97	3.23	2.30	0.54
GR7	12.27	1.74	44.85	12.27	2.90	2.36
R8	16.96	2.40	33.64	8.70	10.55	5.38

1つの被検食品につき5回ずつ測定を行い、その中央値を示した。

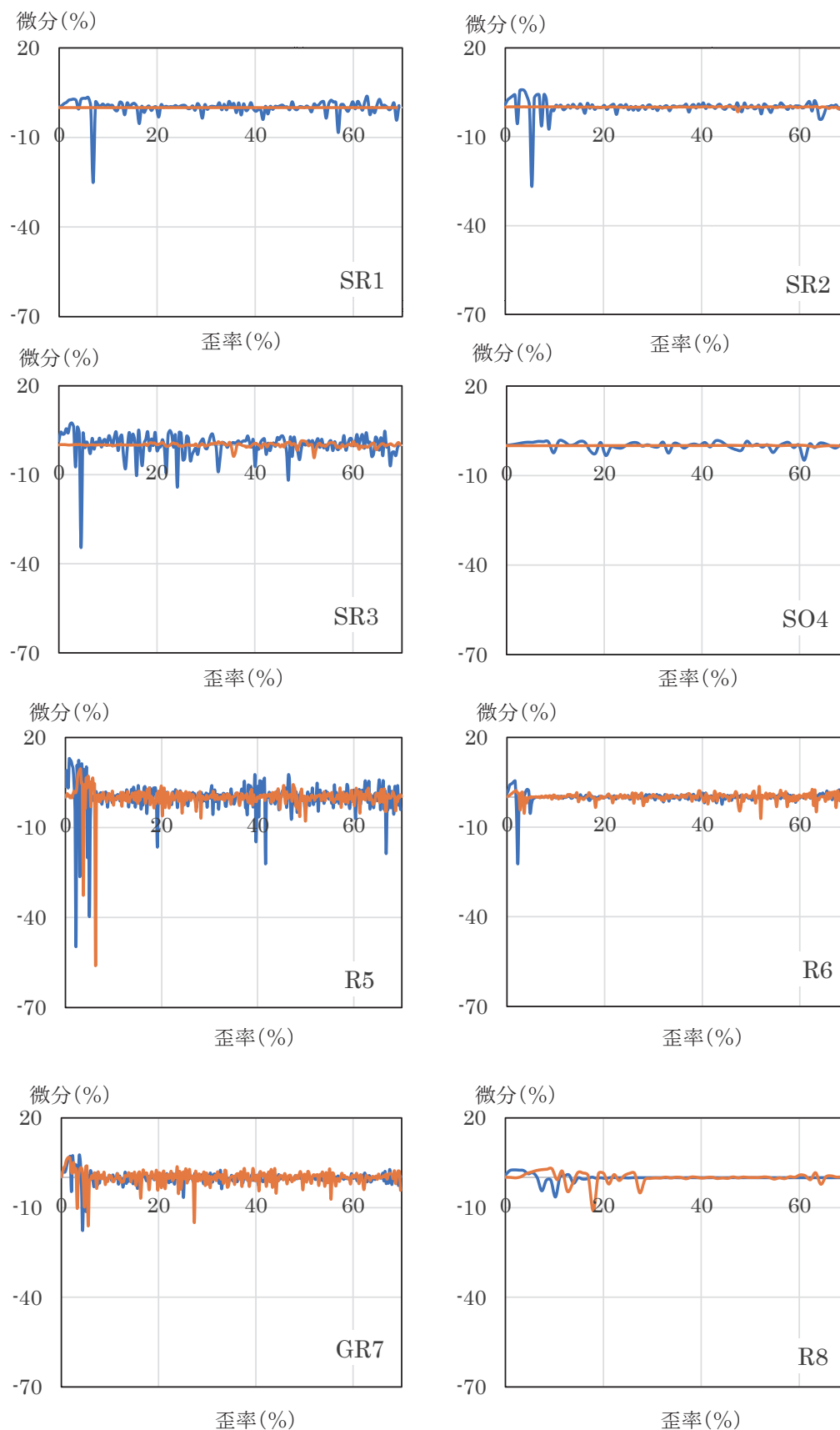


図 2. 米菓の微分－歪曲線

左上から新潟型タイプ (SR1、SR2、SR3)、揚げせんタイプ (SO4)、おかきタイプ (R5、R6、GR7)、あられタイプ (R8) の波形を示している。図の縦軸は微分値 (%)、横軸は歪率 (%)、青線は対象試料、オレンジ線は水浸漬試料である。測定は1つの被検食品につき5回ずつ行い、その中央値を図に示している。

により得られた波形とほぼ一致していると言える。

米菓の硬さについて、高橋らの貫入応力の算出方法¹⁰⁾を参考に、各試料の荷重－歪曲線（図1）より算出した結果を表4に示した。水浸漬試料は対象試料と比べ、すべての試料においてやわらかくなったが、特にうるち米菓（SR1、SR2、SR3、SO4）において、その差が顕著に見られた。これは図1に示す米菓の荷重－歪曲線とも一致した。

2. 主成分分析による破断特性値間の関係と特徴

米菓の硬さを表す測定項目を用いて主成分分析を行い、各主成分の固有値、累計寄与率、因子負荷量を求めた。

各主成分に対する破断特性値の因子負荷量を表5に

示した。表5-1は対象試料、表5-2は水浸漬試料の結果である。対象試料の主成分4までの累積寄与率は91%、固有値2.34であった。水浸漬試料の主成分4までの累積寄与率は91%、固有値1.22であった。

表5-1より各主成分の解釈は、主成分1と2では、最大荷重、破断荷重、破断応力、もろさ荷重、もろさ応力などの破断特性値が高い値を示したことから「硬さ」を現す主成分と言える。主成分3は、もろさ変形ともろさ歪率、もろさエネルギーが高い値を示したことから「くだけやすさ」を現し、主成分4は、破断変形と破断歪率が高い値を示したことから「ひずみの状態」を現す主成分と言える。すなわち、対象試料（表5-1）の基本特性は、「硬さ」、「くだけやすさ」、「ひずみの状態」と考えられる。各試料の物性を特徴づけ

表4. 測定試料の硬さの分類

(n=5)

試料名	対象試料		水浸漬試料	
	傾きの値	硬さの分類	傾き値	硬さの分類
SR1	7	ふつう	1	非常にやわらかい
SR2	10	硬い	1	非常にやわらかい
SR3	14	硬い	2	非常にやわらかい
SO4	2	非常にやわらかい	0	非常にやわらかい
R5	20	非常に硬い	11	硬い
R6	10	硬い	7	ふつう
GR7	11	硬い	10	硬い
R8	4	やわらかい	3	非常にやわらかい

高橋らの「米菓の硬さの測定法」を参考に、測定した各試料の破断前の直線部分の傾きから、貫入応力の傾きを求め、その平均値を示した。貫入応力の傾きの範囲に対する硬さの分類は、以下に示す通りである。

（傾き範囲値が4未満は非常にやわらかい、4～6未満はやわらかい、6～10未満はふつう、10～20未満は硬い、20以上は非常に硬い）

表5-1. 各主成分に対する破断特性値の因子負荷量

(対象試料)

変数名	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5
最大荷重	0.826	0.536	-0.071	0.134	0.041
破断荷重	0.086	0.9	-0.255	-0.166	-0.263
破断応力	0.086	0.9	-0.255	-0.166	-0.263
破断変形	-0.079	0.446	-0.237	0.792	0.142
破断歪率	-0.14	0.275	0.105	0.905	0.228
破断エネルギー	-0.202	0.793	0.084	0.495	-0.057
もろさ荷重	-0.158	0.763	0.047	-0.531	0.32
もろさ応力	-0.17	0.758	0.047	-0.533	0.322
もろさ変形	0.004	0.071	0.899	-0.201	0.046
もろさ歪率	0.15	0.028	0.954	0.118	0.074
もろさエネルギー	-0.005	0.434	0.798	0.118	-0.326

表5-2. 各主成分に対する破断特性値の因子負荷量

(水浸漬試料)

変数名	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4
最大荷重	0.9	0.172	-0.187	0.05
破断荷重	0.89	0.225	-0.227	0.089
破断応力	0.89	0.225	-0.227	0.089
破断変形	-0.664	0.145	0.083	0.529
破断歪率	-0.735	0.41	0.032	0.493
破断エネルギー	-0.065	0.818	-0.3	0.406
もろさ荷重	0.735	0.201	0.63	0.073
もろさ応力	0.735	0.201	0.63	0.073
もろさ変形	-0.321	0.419	0.432	-0.631
もろさ歪率	-0.503	0.594	0.29	-0.464
もろさエネルギー	0.036	0.913	-0.276	-0.162

表 6-1. 各主成分に対する試料の主成分得点

(対象試料)

試料名	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	主成分 5
SR1	1.792	3.871	-0.499	0.122	0.658
SR2	2.484	1.875	-0.416	0.263	-0.119
SR3	3.023	2.475	-0.626	0.034	0.313
SO4	2.334	1.713	0.783	3.018	0.944
R5	2.506	2.653	-0.622	-0.415	0.436
R6	0.960	0.881	0.152	-0.580	0.512
GR7	2.126	2.484	-0.688	0.330	-0.118
R8	1.718	2.190	2.716	0.296	-0.025

る上で、これらの主成分がどのような意味をもつのかを主成分得点（表 6-1）から考察した。

主成分 1 と 2 は、「硬さ」を現す主成分で、すべての試料でマイナスの値は見られなかった。その中でも SR1～SR3 の新潟型、SO4 の揚げせん、R5・GR7 のおかきが、高い値を示したことから、これらが“硬い”ことを意味する。逆に R6 は値が小さかったことより、“硬くない”ことを意味する。A 社の官能評価では、SR1 と SR2 は「普通」、SR3 と SO4 は「やわらかい～普通」、R5 は「普通～硬い」、R6 と GR7 は「やわらかい～普通」と評価されており、官能評価とはやや相違がみられた。次に主成分 3 は、「くだけやすさ」を現す主成分で、R8（あられ）はプラスの高い値を示したことから、“くだけにくい”ことを意味する。逆に、GR7、SR3、R5、SR1、SR2 はマイナスの値を示したことから“くだけやすい”ことを意味する。A 社の官能評価では、例えば R5 は、外はカリッと中はサクッとしたおかきと評価している。また破断曲線から、咀嚼初期の破断荷重が高く、歪率が低いことから、今回の分析結果と官能評価では「くだけやすい」点は一致する。主成分 4 は、「ひずみの状態」を現す主成分で、SO4 がプラスの高い値を示したことから、ひずみが大きい、“しなりやすい”ことを意味する。逆に、R5 と R6 はマイナスの値を示したことから、ひずみが小さい、すなわち“しなりにくい”ことを意味する。

「硬さ」を現す主成分の分析結果と官能評価との間で相違が見られたのは、試料間および同一試料であっても、測定部位によって、測定値が大きく異なることが要因と考えられる。これは、米菓の種類によって、表面が凹凸のものや醤油や砂糖などが塗布されているもの、豆類の粒が生地に練り込まれているものなど

表 6-2. 各主成分に対する試料の主成分得点

(水浸漬試料)

試料名	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4
SR1	-2.713	0.394	0.52	0.332
SR2	-1.728	-0.113	-0.149	-0.177
SR3	-0.743	1.236	0.264	-0.376
SO4	-1.405	2.439	-0.633	0.585
R5	2.375	0.446	0.014	0.427
R6	2.496	0.338	-0.701	-0.056
GR7	0.624	-0.735	0.154	-0.427
R8	2.246	1.670	-0.299	0.101

様々な形状のものがあるためである。また、個々の企業で官能評価をして硬さの判定を行った場合、企業間で標準とした試料が異なることやパネルの熟練度の違いなどから、硬さの評価に企業間で差が生じる可能性があることも挙げられる。主成分 1、2 または 3 に対する各試料の主成分得点から、新潟型とあられは、他の試料に比べてテクスチャーの特徴が比較的顕著に見られた。すなわち、新潟型は、“硬くて、くだけやすい”、あられは“硬くて、くだけにくい”ことが統計的解釈から推察された。

表 5-2 の水浸漬試料の主成分の解釈については、主成分 1 が最大荷重、破断荷重、破断応力などの破断特性値が高い値を示したことから「硬さ」を現す主成分、主成分 2 はもろさエネルギーが高い値を示したことから、「くだけやすさ」を現す主成分と言える。つまり、水浸漬したものは「硬さ」と「くだけやすさ」が基本特性と考えらる。各試料の物性を特徴づける上で、これらの主成分がどのような意味をもつのかを主成分得点（表 6-2）から考察した。

主成分 1 は「硬さ」を現す主成分で、R5、R6、R8 がプラスの高い値を示したことから、“硬い”ことを意味する。逆に SR1、SR2、SR3、SO4 はマイナスの値を示したことから、“硬くない”ことを意味する。主成分 2 は、「くだけやすさ」を現す主成分で、SO4、R8、SR3 はプラスの高い値を示したことから、“くだけにくい”ことを意味する。逆に GR7、SR2 は、マイナスの値を示したことから“くだけやすい”ことを意味する。表 6-1 と 2 を比較すると、水浸漬をすることでうるち米菓（SR1～SR3、SO4）は、硬さを示す主成分がすべての試料でマイナス値を示した。すなわち水浸漬により、“やわらかくなった”ことが統計

的解釈からも明らかになった。これは、図1や表4とも一致する結果である。逆に、もち米菓（R5～R8）は、水浸漬を15秒間行っても、硬さを現す主成分は、対象試料と大差はなかった。

以上の結果から、破断強度試験から得られた破断特性値の統計処理により、硬さや、くだけやすさの大まかな客観的評価は可能であることが示唆された。水浸漬することで、うるち米菓（特に新潟型）は、15秒間の水浸漬で顕著にやわらかくなったが、もち米菓については、15秒間の浸漬ではうるち米菓のようなやわらかい状態は得られなかった。唾液の分泌量は、個人差があるためそれらも考慮して、今後は浸漬時間を20秒、30秒と変えて検討していくことも必要であることがわかった。

今回は先行研究として、破断強度試験による試料の硬さのみの測定にとどまったが、米菓では、水浸漬により破断歪率が大きく変化することもわかった。今後は、破断荷重に加えて、付着性や凝集性などのテクスチャー特性および官能評価との相関性を調べていくことも課題である。

嚥下・咀嚼困難者が好まないものとして、1. 水分が少なく飲み込みにくいもの、2. かたい粒が多くバラバラしてしまうもの、3. 上顎にはりつきやすいもの、4. 粘り気や弾力性が強く、のどに詰まりやすいもの、5. 口の奥で形が崩れやすいもの等々が挙げられるが¹¹⁾、これらのことを考慮し、今後は菓子を食べやすくする工夫なども提案できればと考えている。

高橋ら⁶⁾は、米菓に限定して、「最大荷重・米菓密度・硬さの官能評価」による硬さの分類を提示している。我々は、米菓に限らず、A社が取り扱っている菓子全般に対して、菓子のジャンル毎の“食べやすい菓子の硬さの指標”を提案することをめざしている。それにより、摂食嚥下機能が低下した高齢者でも、安全に安心して目的に応じた硬さで、自身の好みに応じた菓子の選択が可能になるからである。

Ⅳ. 要約

市販品の米菓について、破断強度試験による硬さの測定を行った。対象試料と菓子摂取時の唾液の浸潤を想定して、水浸漬した試料について得られた結果を以下に示す。

- 1) 破断曲線・微分曲線については、米菓のジャンル毎（新潟型、揚げせん、おかき、あられタイプ）で、大きく4つの波形パターンに分類することができた。
- 2) 破断曲線から得られた破断特性値を主成分分析で解析することで、米菓の大まかな特徴づけが可能となった。
- 3) 15秒間水浸漬することで、うるち米菓は顕著にやわらかくなり、破断歪率が著しく増加した。一方、もち米菓は、水浸漬後の硬さや歪率において、うるち米菓のような顕著な変化は見られなかった。

以上の結果から、米菓の“硬さ”について、大まかではあるが客観的な評価は可能であると考えられる。しかし、米菓は個体差も大きいため、破断荷重に加え、付着性などのテクスチャー特性と官能評価との総合的な相関関係を検討していくことが必要である。

参考文献

- 1) 総務省統計局：統計トピックス No.129 統計から見た我が国の高齢者，<https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1290.html>，参照日 2022.8.1
- 2) 独立行政法人国立長寿医療研究センター：平成23年老人保健健康増進等事業，摂食嚥下に係る調査研究事業報告書。
- 3) 高橋 智子，第6章 高齢者食品の力学特性とテクスチャー，山野 善正，大越 ひろ監修，食品テクスチャーの測定とおいしさ評価 pp157-207，株式会社 エヌ・ティー・エス，2021。
- 4) 神山 かおる，野仲 美保，他：介護食品のテクスチャー，日本咀嚼学会雑誌，16（1），17-23，2006
- 5) 宅見 央子，中村 弘康，他：高齢者用菓子類の食感に求められる要素，栄養学雑誌，68（2），131-140，2010
- 6) 高橋 肇，伊藤 彰，山村 健介，他：米菓の硬さによる分類，日本咀嚼学会雑誌，19（1），29-37，2009
- 7) 南利子，中村弘康，福田真一，他：咀嚼・嚥下が容易な食品に関する研究，日摂食嚥下リハ会誌，9（2），213-220，2005

- 8) 全国米菓工業組合, <https://www.arare-osenbei.jp/type/>, 参照日 2022.8.1
- 9) 西津 貴久, 第7章 米菓 第2項 米菓などの米加工, 大坪 研一監修, 米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発 PP393-394, 株式会社テクノシステム, 2022.
- 10) 高橋靖, 吉井洋一, テンシプレッサーを用いた米菓の簡易分類方法, 平成 16 年度「関東東海北陸農業」研究成果情報, 農業・食品産業技術総合研究機構, https://www.naro.affrc.go.jp/org/narc/seika/kantol6/09/16_09_04.html
- 11) 中村 育子, やわらかく、飲み込みやすい高齢者の食事メニュー 122 pp22-23, ナツメグ社, 2017