

飲み込みやすいミキサー粥の物性についての研究

野原 舞・安江 香・栢下 淳

緒言

やわらかく炊いた粥は、咀嚼・嚥下障害者の主食として用いられることが多い。各個人の咀嚼・嚥下機能で食べられるように、水分量を調節して提供する^{1,2)}。しかし、嚥下障害の程度が重くなってくると、ペーストやゼリーのような均一な物性に調節する必要がある。粥を均一な状態にするためには、ミキサーにかける。しかし、この状態では、口腔内に付着する程度が強く、飲みこみにくい。最近では、粥の付着力を抑え、食塊を形成しやすくする固形化補助食品が市販された。この食品はゲル化剤やアミラーゼを含んでおり、この食品を用いたミキサー粥は、官能試験で飲み込みやすいと評価されている³⁾。本研究では、複数の固形化補助食品を用い、物性値と官能評価について検討した。

試料と方法

(1) 試料

米は、平成18年度産無洗米あきたこまちを使用した。固形化補助食品は、アミラーゼとゲル化剤が含まれているスベラカーゼ（以下A）、ホット&ソフトとホット&ソフトかゆ酵素を併用したもの（以下B）、ゲル化剤のみが含まれているミキサーゲル（以下C）を用いた。ホット&ソフトかゆ酵素は、ホット&ソフトと併用する酵素であり、包材の表示に従い、炊飯後の全粥重量に対して0.17%になるようにした。比較のため、アミラーゼのみが含まれているデンプン老化防止剤のソフターゲン3H（タイショーテクノス㈱、以下Dとする）を用いた。各試料の特徴について、表1に示す。

表1. 試料の特徴

表記	商品名	成分	メーカー	分類
A	スベラカーゼ	デキストリン、ゲル化剤（増粘多糖類）、トレハロース、酵素（アミラーゼ）	㈱フードケア	固形化補助食品
B	①ホット&ソフト	デキストリン、ゲル化剤（増粘多糖類）	㈱ヘルシーフード	
	②ホット&ソフトかゆ酵素	α -アミラーゼ（0.2%）、デキストリン、でんぷん		
	②は全粥に対して0.17%とし、①の添加量を変化させて比較した。			
C	ミキサーゲル	デキストリン、グルコマンナン、増粘多糖類	㈱宮源	
D	ソフターゲン3H	α -アミラーゼ（0.8%）、その他食品素材	㈱タイショーテクノス	デンプン老化防止剤

(2) 試料調整

米に対して重量比で5倍の水を加え、30分間浸漬した後、炊飯器（IHジャー極め炊き（ZOJIRUSHI NP-CB10））を使用し、無洗米のお粥メニューで自動炊飯した。炊飯後の粥およびA～Dを添加した粥をミキサー（High Speed Processor（クイジナート サンエイ㈱））に入れ、High（18000回転/分）で20

秒攪拌した。A～Dの添加濃度は、炊飯後の全粥重量に対する割合で求めた。ミキサー後の粥を、直径40mm、高さ15mmのシャーレに充填し、タッパーに入れてふたをし、インキュベーター（SLI-400：東京理科機械㈱）にて20℃で保温した。

(3) 物性測定

クリープメータ（RE2-3305：山電㈱）を用いて、20℃での保温時間0分、15分、30分、60分に物性を測定した。測定条件は、直径20mmのプランジャー、クリアランス15mm、圧縮速度1 mm/secで定速2回圧縮とし、1試料につき6回測定を行った。得られたテクスチャー曲線より、かたさ、凝集性、付着性を算定した。

(4) 官能評価

対象者は8名（年齢22±1歳）で、ミキサー粥とA～Dの試料を0.5%、1.0%、1.5%、2.0%添加した粥について、味、飲み込みやすさ、総合評価の3項目について順位法による評価を行なった。味については、良いと感じた順に、飲み込みやすさについては、飲み込みやすいと感じた順に、総合評価については、味と飲み込みやすさを総合的に判断し、良いと感じた順に1位から5位まで順位付けを行うように指示した。結果は、評価した者全員が1位をつけた場合、順位平均が1.0、5位と評価した場合5.0と表記した。順位平均の値が低いほど、評価が高いことを意味する。各試料を0.5～2.0%添加したものと0%の計5種類を1回の官能試験サンプルとし、A～Dまで、4回の官能試験を行った。この結果から、それぞれ最も総合評価の高かった添加濃度（A：1.0%、B：0.5%、C：1.0%、D：1.0%）の粥とミキサー粥の5種類の比較を、順位法により行った。統計処理は、Friedman検定、Wilcoxonの符号付順位和検定により検定を行った。

結 果

A～Dの各試料ごとに、0～2.0%まで0.5%刻みで試料を添加した5種類の粥で官能試験を行った結果を表2に示す。味についてはA～Cの試料では、有意な差がなかった。Dでは2.0%が、0～1.0%に比べ、有意に低い評価であった。飲み込みやすさでは、A～Dの全ての添加濃度において、0%と比較して有意に飲み込みやすいと評価された。総合評価では、A：1.0%、2.0%、B：0.5%、1.0%、1.5%、C：0.5%、1.0%、Dについては全て（0.5%、1.0%、1.5%、2.0%）の添加濃度において0%と比較して有意に高く評価された。各試料において最も総合評価が高かったのは、A：1.0%、B：0.5%、C：1.0%、D：1.0%であった。表3にA～Dを0.5～2.0%添加したミキサー粥と、0%の、経時的な温度とかたさを示した。かたさは、温度が低下するほどかたくなった。保温0分→60分のかたさの経時変化を試料1.0%添加時と比較すると、A：573→1231 (N/m²)、B：573→2016 (N/m²)、C：281→780 (N/m²)、D：156→458 (N/m²)、0%：186→419 (N/m²)となり、同じ添加濃度では、ゲル化剤の含まれないDや0%は、A～Cと比較して保温時間に関わらずかたさが小さかった。

4種類の固形化補助食品の総合評価が最も高かった添加濃度の粥と0%の5種類の粥について、官能評価を行った結果を表4に示す。味については、A～Dを添加した場合と0%との間に有意な差は認められなかった。飲み込みやすさと総合評価については、A：1.0%、B：0.5%が、0%と比較し有意に評価が高かった。各粥の官能評価時の温度は、最も高かったCの50.7℃から、最も低かったAの43.8℃まで、7.5℃の差があった。

表5に官能検査に用いた試料の物性値として、かたさ、凝集性、付着性、凝集性/かたさ、付着性/かたさについて示す。かたさは0%、付着性はD：1.0%が最も低く、凝集性はC：1.0%が最も高かった。凝集性/かたさ、付着性/かたさはA：1.0%、B：0.5%が、C、D、0%と比較して低かった。

表 2. 官能評価の結果 (各試料内の濃度間比較)

評価項目	試料	0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%
味	A	2.5±1.5 ^a	3.4±1.6 ^a	2.8±0.9 ^a	3.6±1.7 ^a	2.8±1.4 ^a
	B	2.7±1.4 ^a	2.2±1.6 ^a	3.3±1.5 ^a	2.0±1.1 ^a	3.5±1.0 ^a
	C	2.5±1.5 ^a	2.6±1.4 ^a	2.8±1.3 ^a	3.6±1.7 ^a	3.5±1.2 ^a
	D	1.8±1.2 ^a	2.6±1.3 ^a	2.6±0.9 ^a	3.4±1.4 ^{ab}	4.6±0.5 ^b
飲み込みやすさ	A	5.0±0.0 ^a	2.6±1.3 ^b	1.8±1.0 ^b	2.6±0.9 ^b	3.0±1.1 ^b
	B	5.0±0.0 ^a	1.8±1.2 ^b	2.2±0.8 ^b	3.0±1.1 ^b	3.0±1.3 ^b
	C	5.0±0.0 ^a	2.8±1.0 ^{bc}	1.8±0.9 ^d	3.4±0.9 ^c	2.1±1.1 ^{bd}
	D	5.0±0.0 ^a	2.0±0.9 ^{bc}	1.4±0.5 ^c	3.3±0.9 ^d	3.4±0.7 ^d
総合評価	A	4.8±0.7 ^a	3.4±1.1 ^{ab}	1.8±1.0 ^c	2.9±1.4 ^{ac}	2.3±0.9 ^{bc}
	B	4.5±0.8 ^a	2.0±1.3 ^b	2.7±1.2 ^b	2.3±1.2 ^b	3.5±1.4 ^a
	C	4.6±0.7 ^a	2.1±0.8 ^{bc}	1.4±0.5 ^c	3.4±1.3 ^{ab}	3.5±0.9 ^a
	D	5.0±0.0 ^a	1.9±0.6 ^{bc}	1.3±0.5 ^c	3.4±0.5 ^d	3.6±0.5 ^d

数値は、順位の平均±標準偏差を示しており、値が低いほど評価が高いことを示す。また、各評価項目において、アルファベットが異なるものは、同一試料内で、濃度間に有意差があることを示す。

表 3. かたさの経時変化

試料	保温時間 (分)	添 加 濃 度							
		0.5%		1.0%		1.5%		2.0%	
		かたさ [N/m ²]	平均温度 (°C)	かたさ [N/m ²]	平均温度 (°C)	かたさ [N/m ²]	平均温度 (°C)	かたさ [N/m ²]	平均温度 (°C)
A	0	233±48	53.0	573±108	51.5	658±222	57.3	1077±325	54.0
	15	456±52	43.6	865±93	41.5	1284±94	44.1	1735±216	44.0
	30	679±104	30.5	1162±110	31.0	1761±150	31.2	2509±182	31.6
	60	785±153	24.0	1231±63	23.1	2005±132	23.3	3172±228	23.4
B	0	281±68	54.6	573±272	53.4	764±352	53.3	1188±745	56.1
	15	642±93	43.3	1279±164	43.2	2011±210	41.8	2828±360	42.7
	30	891±97	30.5	1873±207	31.3	2573±245	30.0	4180±376	29.2
	60	1088±286	21.9	2016±300	23.3	3268±494	22.2	4976±614	21.2
C	0	228±31	51.9	281±31	51.7	255±49	53.6	363±77	52.9
	15	366±102	43.3	499±52	39.9	435±56	41.3	507±38	41.4
	30	637±213	30.8	626±115	30.9	780±96	29.3	990±46	30.7
	60	743±252	23.3	780±112	22.4	1093±77	21.5	1598±102	22.5
D	0	177±16	53.0	156±20	52.0	156±0	53.0	156±0	53.8
	15	192±23	43.1	172±26	42.2	156±0	43.7	177±25	43.4
	30	312±154	32.9	297±115	30.7	203±17	32.9	219±34	33.2
	60	531±108	23.6	458±111	22.7	557±169	22.3	473±91	21.5
0%	0	186±13				51.8			
	15	271±17				40.7			
	30	366±77				30.2			
	60	419±31				21.9			

値は平均±標準偏差で示した。

表4. 官能評価の結果（試料間の比較）

	0%	A: 1.0%	B: 0.5%	C: 1.0%	D: 1.0%
味	3.7±1.4 ^a	2.3±1.5 ^a	3.0±1.8 ^a	2.2±0.8 ^a	3.5±1.2 ^a
飲み込みやすさ	4.8±0.4 ^{ac}	1.8±0.4 ^b	1.2±0.4 ^b	4.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^c
総合評価	4.8±0.4 ^a	1.5±0.5 ^b	1.7±0.8 ^{bc}	3.8±0.4 ^a	3.0±0.6 ^{ac}
温度 (°C)	49.8	43.8	43.2	50.7	46.2

数値は順位の平均±標準偏差で示し、数値が低いほど評価が高いことを示す。
各評価項目において、アルファベットが異なるものは有意差があることを示す。

表5. 物性値

	かたさ [N/m ²]	凝集性	付着性 [J/m ²]	凝集性/かたさ	付着性/かたさ
0%	186±13	0.806±0.030	62.0±9.7	0.43	25.3
A: 1.0%	865±93	0.733±0.022	168.8±11.4	0.08	19.5
B: 0.5%	642±93	0.752±0.024	96.8±9.3	0.12	15.1
C: 1.0%	281±31	0.847±0.029	78.3±10.9	0.30	27.9
D: 1.0%	218±24	0.659±0.032	53.4±6.1	0.30	24.6

値は平均±標準偏差で示した。

考 察

全粥は、物性の経時変化が大きく、粒があり、不均一な状態であるので、重度の嚥下障害者には適さない。これをミキサーにかけることで、均一でなめらかな状態にすることができる。物性値においても、ミキサーにかけると、かたさや付着性が減少し、経時的な変化も小さくなる⁴⁾。しかし、粥をミキサーにかけた際の問題点としては、糊状となり口腔内でべたつきを感じることも、また嚥下造影検査(VF)の所見で咽頭残留が多いこと、口腔内の保持時間が長い場合には、唾液アミラーゼの作用によってデンプンが分解され、粥がさらさらした液体状になり、誤嚥が起こることなどが報告されている^{3,5,6)}。嚥下障害者では、さらさらした液体は、咽頭通過速度が速いため、誤嚥の危険性が高いことが知られている。

最近では、ミキサー粥の付着を抑制し、食塊を形成しやすくするために開発された固形化補助食品が市販されている。固形化補助食品を用いると、ミキサー粥が飲み込みやすくなり、咽頭残留も少なかったという報告がある³⁾。このことから、飲み込みやすいミキサー粥の作成条件として、デンプン分解とゲル化という二つの処理が必要であるのではないかと考えた。それを確認するため、アミラーゼとゲル化剤を含む固形化補助食品2種類(A、B)、ゲル化剤のみ含むもの1種類(C)、アミラーゼのみ含むもの1種類(D)の計4種類を用いて実験を行った。

(1) 各試料内における、添加濃度別の比較

4種類の試料をそれぞれ0.5~2.0%添加した場合の官能評価では、味については、0%との比較においてD:2.0%以外は、有意差が見られなかった。D:2.0%の評価が低かった理由としては、甘いという意見が多く、デンプン分解による糖度の上昇が示唆された。しかし、他のアミラーゼ含有試料においても、酵素を失活させる工程がないため、時間の経過に伴い、甘みが出る可能性が考えられた。このことから、アミラーゼを含むA、B、Dについては、添加濃度を1.0%と2.0%に設定し、調理後

30分の状態で、甘みに対する官能評価も行った。すると、Dを添加した粥のみ、いずれの添加濃度においても、0%と比較して有意に甘みを感じるという結果が得られた。A、Bについては、0%と比較すると甘いと評価される傾向はあったが、有意な差はなかった。従って、アミラーゼを含む固形化補助食品を使用する際は、患者の喫食時間を考慮する必要があると示唆された。

官能評価の飲み込みやすさの項目においては、A～Dのいずれの試料を添加した場合にも、0%の順位平均の値はすべて5.0を示した。5.0とは、対象者全員が、0%が最も飲み込みにくいと評価したことを意味している。従って、官能検査を行った者は、0%が最も飲み込みにくく、A～Dの試料を添加することで、より飲み込みやすくなったと判断していることが分かった。総合評価については、いずれの試料を添加した場合にも0%の評価が最も低かった。味については、飲み込みやすさや総合評価に比べて、評価に個人差が見られ、同じ0%でもD添加時では評価が高く、B添加時では低かった。Dは、上記にも示すように、アミラーゼのデンプン分解による糖度の上昇が起これ、味の差を感じやすかったため、0%の評価が高くなったと考えられる。また、A～Dの全ての試料において、飲み込みやすさと総合評価において最も評価が高かった添加濃度は同一であった。そこで、味、飲み込みやすさ、総合評価について、それぞれ相関を見てみると、飲み込みやすさと総合評価では $r=0.98$ ($p<0.01$)、味と飲み込みやすさでは $r=0.32$ 、味と総合評価では $r=0.44$ であった。このことより、総合評価は、飲み込みやすさを重点に置いた評価となっていることが分かった。

物性値については、温度の低下に伴い、いずれの粥もかたさが増加した。また、ゲル化剤の含まれていないD、0%以外は、添加濃度が高いほどかたさは増加した。添加濃度が高いほど、各固形化補助食品に含まれるゲル化剤の添加量も増加し、より強固なゲルが形成されたため、かたさが増加したと考えられる。官能評価で最も飲み込みやすいと評価されたのは、A:1.0%、B:0.5%、C:1.0%、D:1.0%であり、0%と比較して有意な差が見られた。それぞれのかたさは、A: 865 ± 93 (N/m²)、B: 642 ± 93 (N/m²)、C: 281 ± 31 (N/m²)、D: 218 ± 24 (N/m²)、0%: 186 ± 13 (N/m²)であった。かたさが0%より高いA、B、また同程度のC、Dとの比較でも有意差が見られたことから、必ずしもかたさが低いものが飲み込みやすいと評価されるわけではなく、飲み込みやすさには、かたさ以外の因子の関与が示唆された。

(2) 試料間の比較

1) 0%との比較

官能試験の味の項目では、いずれの試料を添加した粥においても、0%と有意な差は認められなかった。飲み込みやすさ、総合評価の項目では、A:1.0%、B:0.5%が有意に飲みこみやすいと評価された。各試料の添加濃度別の官能試験では、C:1.0%、D:1.0%についても、有意に飲み込みやすく総合評価も高かったが、試料間の比較では0%との有意差が認められなかった。各試料別の官能試験の結果からは、A～Dを添加することで、0%より飲み込みやすくなったということは判断できるが、同一試料内の比較であるため、飲み込みやすさの程度は不明瞭である。しかし、異なる試料間で比較することによって、飲み込みやすさの程度がより明瞭になった。これらの結果から、デンプン分解、またはゲル化の単独の処理によっても、無処理の場合と比較すれば飲み込みやすくなるが、両者を組み合わせたものには劣るということが分かった。

2) 全体の比較

飲み込みやすさについては、A:1.0%、B:0.5%は0%だけでなく、C:1.0%、D:1.0%に対しても有意に飲みこみやすいと評価された。同じく、総合評価の項目でも、A:1.0%はC:1.0%、D:1.0%に対して、B:0.5%はC:1.0%に対して有意に高く評価された。官能評価時の温度は、A:1.0%とB:0.5%は、C、D、0%と比較してやや低かったが、飲み込みやすさに関しては、温

度が低下したにも関わらずA、Bで高い評価であった。各試料の比較においては、かたさが低いほど飲みこみやすいと評価されるわけではないことが分かった。そこで、どのような因子が関与しているのかを調べるため、凝集性/かたさ、付着性/かたさを求めて比較した。すると、A:1.0%とB:0.5%は、凝集性/かたさ、付着性/かたさが、他の試料と比較して低いことが分かった。凝集性/かたさと官能評価の飲みこみやすさの順位に関しては、 $r=0.95$ ($p<0.05$) で有意に相関しており、凝集性/かたさが低いほど飲み込みやすいと評価されていることが分かった。付着性/かたさと飲み込みやすさの順位については、有意差は見られなかったが、凝集性/かたさと同様に、数値が低いほど評価が高いという傾向が見られた。このことから、ミキサー粥においては、かたさに対する凝集性が低いものが飲みこみやすいと評価されることが示唆された。しかし、これはあくまでミキサー粥という狭い範囲の物性を評価する際に認められた傾向であり、一般的な食品で、同じように凝集性/かたさが低いものが飲み込みやすいとは言えるわけではない。凝集性は、2回の連続圧縮にかかる荷重の比で示されるため、数値としては0~1.0の範囲をとる。しかし、かたさは上限の範囲がなく、かたさが大きくなるほど凝集性の影響が小さくなり、凝集性/かたさの値は、より小さい値を示すからである。

坂井ら⁷⁾によって報告された、過去100万食以上の嚥下食を提供した実績を持つ聖隷三方原病院の段階的な嚥下食の物性と、本実験で使用した5種類のミキサー粥の物性値を比較すると、飲みこみやすいと評価されたA:1.0%とB:0.5%は、より重度の患者に提供される食事の、かたさや凝集性の範囲に近かった。聖隷三方原病院の段階的な食事は、かたさ4000前後、凝集性0.4前後のゼラチンゼリーから始まり、障害が軽度になるにつれて、食事の物性範囲が高いほうにも低いほうにも広がっていくという特徴がある。従って、C、D、0%より凝集性が低く、かたさが高いA、Bは、より重度の患者に提供される食事の物性に近かったため、飲み込みやすいと評価されたと考えられる。

以上の結果から、ゲル化剤によって食塊形成を容易にすること、またアミラーゼによってあらかじめデンプンを分解し、咀嚼中に液状化しないようにすることで、官能評価において飲み込みやすいと評価される粥を作成できることが分かった。物性値としては、凝集性/かたさが低いものが飲み込みやすいと評価された。しかし、原材料にアミラーゼが含まれるものは、時間の経過とともに甘みが感じられるようになるため、使用する試料と濃度を適宜判断する必要性が示唆された。

参考文献

- 1) 「電化厨房フォーラム21」医療・福祉部会 嚥下食メニューレシピ集作成成分科会：真空調理法と電化厨房でつくる 嚥下食メニューレシピ集、(株)生活デザイン研究所、34-41、130-135、2007
- 2) 田中弥生、宗像伸子：おいしい、やさしい介護食、医歯薬出版株式会社、107-109、2004
- 3) 大野さおり、佐藤多美子、山崎昇ほか：嚥下に適したミキサー粥の開発—アミラーゼを用いて—、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌、9(3)：311、2005
- 4) 齊藤真由、道幸幸博、齊藤浩人ほか：摂食・嚥下障害者への提供を目的とした米飯に関する基礎的検討—加水量の相違と冷凍保存によるテクスチャーの変化—、日本口腔科学会雑誌、54(2)：274-282、2005
- 5) 加藤志樹子、飯島育代、佐々木綾子ほか：全粥・ミキサー粥・ゼラチン粥の食べやすさに関する検討—官能評価を用いて—、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌、9(3)：312、2005
- 6) 陶山佳奈子、小谷敬子、宮脇映子ほか：摂食・嚥下機能障害者に適した主食への取り組み～ミキサー粥の改良～、静脈経腸栄養、21(4)：118、2006
- 7) 坂井真奈美、江頭文江、金谷節子ほか：嚥下食の段階的な物性評価について、日本病態栄養学会誌、10(3)：269-279、2007

Abstract

Physical properties enabling easy swallowing of rice gruel used blender

Mai NOHARA, Kaori YASUE, Jun KAYASHITA

Objective:

The number of dysphasia patients has been increasing. Rice, a traditional Japanese food, must be served as rice gruel when provided to dysphasia patients, in cases where the swallowing function is greatly impaired, it is necessary to put the rice gruel through a blender. In this study, we used commercial foods produced to make the rice gruel which was mixed in a blender to be easily swallowed. We used a sensory test to evaluate the ease of swallowing and also measured textural properties.

Methods:

We used wash-free 2006 grown Akitakomachi rice. We added five parts water per one part raw rice and cooked in a rice cooker to make rice gruel. The rice gruel was then mixed in a blender with different commercial solidification supplements (A, B, and C) and a starch retrogradation inhibitor (D). Amylase and gelling agents were included in A and B. There were only gelling agents in C, and only amylase in D. To obtain textural properties, we used a Creep Meter and measured hardness, adhesiveness, and cohesiveness of the rice gruel that had one of each of the four commercial foods added, or nothing (0%). Eight volunteers evaluated the rice gruels using a sensory test.

Results:

The commercial solidification supplements with amylase and gelling agents (A: 1.0% and B: 0.5%) were evaluated as being significantly higher than the 0% sample for ease of swallowing. The ratios of cohesiveness to hardness of A and B were low in comparison with the other rice gruels, and correlated with their ease of swallowing.

Conclusion:

By adding solidification supplements with amylase and gelling agents, rice gruel could be more easily swallowed.