

別府温泉の炭酸水素塩泉を用いた介護食 「温泉介護食」の開発とレシピの物性評価

海陸 留美¹⁾ 東保 美香¹⁾ 小野 章史²⁾

Development of the Nursing Care Meal “Hot Spring Nursing Diet” by Using Bicarbonate Sulf Spring Water of Beppu Onsen and Evaluation of its Physical Properties.

Rumi KAIRIKU¹⁾ Mika TOBO¹⁾ Akifumi ONO²⁾

【要 旨】

前報の研究結果をもとに、別府温泉の炭酸水素塩泉が持つ煮熟軟化効果を用いて、噛む力、飲み込む力に軽度の障害がある方を対象にした「温泉介護食」を開発し、レシピ集『別府の温泉水でつくる やわらか介護食（根菜・葉物野菜編）』を作成した。掲載した料理の介護食としての適否を確認するため、全料理24品の物性評価を行い「かたさ」「付着性」「凝集性」について検討した。その結果、約4割の料理が基準（嚥下食ピラミッドL4の物性基準）の範囲内、残りの約6割が範囲外となった。範囲外となった料理について、食材の切り方、温泉水で下ゆでする時間、加熱調理時間等の変更を行い、物性が基準の範囲内となるようにレシピを改良した。介護食作成にあたり、作成者の主観でやわらかさ等の物性を判断することは困難であり、物性評価等の客観的データを求めることの重要性が示唆された。

【キーワード】

別府温泉 炭酸水素塩泉 温泉介護食 レシピ開発 物性評価

1. 緒言

前報¹⁾では、多種多様な泉質を有する別府温泉の飲泉水を用いて、泉質ごとに適した調理への活用法を見出し、地域活性化を図ることを目的として、飲泉水の泉質の違いが食品のテクスチャーに及ぼす影響について検討した。食品は

根菜類の代表として大根を選択し、煮熟軟化（煮て野菜の組織が軟らかくなること）に及ぼす影響について、官能評価及び物性評価を用いて検討した。その結果、大根の煮熟軟化には、重曹成分（炭酸水素ナトリウム）を多く含む炭酸水素塩泉が最も適しており、さらにpHが高く、カルシウムイオン濃度が低いものの効果が高く、水に比べて調理時間の短縮につながるこ

¹⁾ 別府大学短期大学部食物栄養科

²⁾ 川崎医療福祉大学大学院

とが示唆された。

この研究結果をもとに、別府温泉の炭酸水素塩塩が持つ煮熟軟化効果を用いて、咀嚼・嚥下力が低下している高齢者に向けた介護食に応用できるのではないかと考え、温泉介護食を開発し、レシピ集『別府の温泉水でつくる やわらか介護食(根菜・葉物野菜編)』を発行した²⁾。このレシピ集は、嚥む力、飲み込む力に軽度の障害がある方を対象に考えたものである。

2013年に日本摂食・嚥下リハビリテーション学会より、国内の病院・施設・在宅医療および

福祉関係者が共通して使用できることを目的として「日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類2013(学会分類2013)」が発表され、「学会分類2013(食事)」および「学会分類2013(とろみ)」について、段階分類が示された³⁾。併せて既存のさまざまな摂食・嚥下困難者向けの食品および食事の分類(嚥下食ピラミッド⁴⁾、えん下困難者用食品表示許可基準⁵⁾、ユニバーサルデザインフード⁶⁾等)との対応も示された。「学会分類2013(食事)」と他の分類との関連を示したものが表1である。

表1. 学会分類2013(食事)と摂食・嚥下困難者向け食品および食事の分類との関連

嚥下調整食学会分類2013			嚥下食ピラミッド	えん下困難者用食品表示許可基準	ユニバーサルデザインフード区分
日本摂食・嚥下リハビリテーション学会			金谷栄養研究所	消費者庁	日本介護食品協議会
コード	名称	形態			
0	j 嚥下訓練食品0j	均質で、付着性・凝集性・硬さに配慮したゼリー 離水が少なく、スライス状にすくうことが可能なもの	L0(開始食)	I (均質なもの:たとえばゼリー状の食品)	—
	t 嚥下訓練食品0t	均質で、付着性・凝集性・硬さに配慮したとろみ水(原則的には、中間のとろみあるいは濃いとろみのどちらかが適している)	L3の一部(とろみ水)	—	—
1	j 嚥下調整食1j	均質で、付着性・凝集性・硬さ、離水に配慮したゼリー・プリン・ムース状のもの	L1(嚥下食I) L2(嚥下食II)	II (均質なもの:たとえば、ゼリー状またはムース状などの食品)	かまなくてよい(ゼリー状)
2	1 嚥下調整食2-1	ピューレ・ペースト・ミキサー食など、均質でなめらかで、べたつかず、まとまりやすいもの スプーンですくって食べることが可能なもの	L3(嚥下食III)	II・III (不均質なものを含む、まとまりの良いおかゆ状)	かまなくてよい
	2 嚥下調整食2-2	ピューレ・ペースト・ミキサー食などで、べたつかず、まとまりやすいものも含む不均質な物も含む スプーンですくって食べることが可能			
3	嚥下調整食3	形はあるが、押しつぶしが容易、食塊形成や移送が容易、咽頭でばらけず嚥下しやすいように配慮されたもの 多量の離水がない	L4(移行食)	—	舌でつぶせる
4	嚥下調整食4	硬さ・ばらけやすさ・貼りつきやすさなどのないもの 箸やスプーンで切れるやわらかさ		—	歯ぐきでつぶせる及び容易にかめるの一部

学会分類2013(食事) 早見表³⁾を一部改変

表2. 嚥下食ピラミッドの物性値および物性値の他にレベルを分ける因子となるもの

		L0 開始食	L1 嚥下食 I	L2 嚥下食 II	L3 嚥下食 III	L4 移行食
物性値	かたさ (N/m ²)	2,000~7,000	1,000~10,000	12,000以下	15,000以下	40,000以下
	付着性 (J/m ³)	200以下	200以下 ※200~500の場合は、 凝集性を0.4前後	300以下 ※300~800の場合は、 凝集性を0.4前後	1,000以下	1,000以下
	凝集性	0.2~0.5	0.2~0.7	0.2~0.7	0.2~0.9	0~1.0
物性値の他にレベルを分ける因子	食材数	1種類		2種類以上も可		
	形態	均質			不均質	
	形態例	表面がつるつるのゼリー		ざらつきのあるゼリー、ムース状	ペースト状	普通食をやわらかくしたもの
	たんぱく質	2g/100g以下	含まれてもよいが、基本的に魚介類・肉類は含まれない	制限なし（魚介類・肉類を含む）		
	特徴	お茶ゼリー・果汁ゼリー	L0に比べて離水が多いものも含む	ペースト食をゼラチンでかためたもの。ヨーグルトはL2から提供できる	不均質なものは、ゲル化剤等を使用してまとまりやすくしたもの。クラッシュゼリーはL3から提供できる。まとまりのよい粥はL3から	

嚥下食ピラミッド^{4),7)}一部改変

我々が開発した温泉介護食は、「学会分類2013（食事）」の嚥下調整食4を想定して作成したものである。しかし、レシピ開発を行った時点では、「学会分類2013（食事）」早見表に示された食事形態、目的・特色等の基準を参考に、主観的な判断により作成したものであり物性評価をしていなかった。そのため、何度か作り直して試食してみると、少し硬すぎるのではないかと疑問を感じるものがあつた。

そこで、これまでに開発した温泉介護食について物性を評価し、介護食としての適否を確認することにした。学会分類2013（食事）では物性基準値は示されなかったことから、表1の他の分類との対応を参考に「嚥下食ピラミッド」の物性基準値を参考にした（表2）。嚥下調整食4は、嚥下食ピラミッドのL4に該当することから、L4の物性範囲（かたさ：40,000N/m²以下、付着性：1,000J/m³以下、凝集性：0~1.0）に適合しているか検証した。L4の範囲外であった場合には、レシピを改良して再度、

物性評価し、基準の範囲内に適合するレシピを開発したので報告する。

2. 方法

(1) レシピの検証と改良

栢下ら⁷⁾が用いた介護食レシピの物性の検証方法を用い、既存のレシピ集に掲載した料理全24品について、嚥下食ピラミッドのL4の物性範囲に適合するかどうかをテクスチャー解析にて検証した。適合しなかった料理（範囲外）は、レシピを改良し、再度物性を評価する工程を繰り返し行い、最終的にL4の物性範囲内に適合するレシピを開発した。

(2) 試料の調整

既存のレシピ集に掲載したレシピに従って調理した後、15℃のインキュベータで30分静置した。温かくして提供するものは45℃のインキュベータで30分静置した。

(3) 試料の物性評価

物性の測定にはクリープメータ（山電 RE-2-33005C）を用い、嚥下食ピラミッドの物性評価を行う測定条件でテクスチャー解析を行った。調整した試料を直径40mm、高さ15mmのシャーレに隙間なく平らになるように充填し、直径20mm、高さ8mmの樹脂製のプランジャーにて圧縮を行った。圧縮速度は1mm/sec、クリアランス5mm（圧縮距離は10mm）、測定温度 $15 \pm 2^\circ\text{C}$ および $45 \pm 2^\circ\text{C}$ で2回圧縮測定した。かたさ (N/m^2)、付着性 (J/m^3)、凝集性を算出し、8回測定した結果の平均値 \pm 標準偏差を求めた。

3. 結果

(1) 既存レシピの物性評価

既存の掲載レシピ全24品について物性評価を行った結果、約4割のレシピがL4の物性範囲内に適合し、残り6割のレシピは範囲外であった（図1）。

L4の範囲外となった料理の割合を素材別に見たものが図2である。根菜類である大根、ごぼう、れんこん料理の範囲外となった割合が高く、それぞれ75%、100%、66.7%であった。葉物野菜のキャベツ、白菜料理の範囲外となった割合は比較的低かった（25%、50%）。また、りんご料理は全てが範囲内であった。

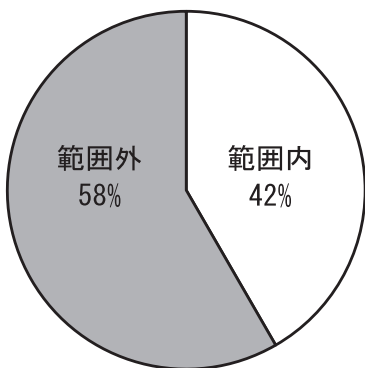


図1. 既存レシピにおけるL4の物性範囲の適合率

(2) 範囲外であったレシピの改良例

範囲外であったレシピの要因は、全て「かたさ」が基準の40,000 (N/m^2) を超えるものであった。そこで、物性を改良するためには食材を軟らかくすることが第一優先であると考え、野菜の繊維を断ち切るような切り方に変える、温泉水で下ゆでする時間を変更する、加熱調理時間を延長するなどの方法を試みた。また、まとまりにくい食材についてはとろみをつける等の方法を試し、物性が範囲内になるように改良した。レシピの改良例を以下に示した。

1) 大根のサイコロステーキ

大根の切り方を、輪切りから1.5cm幅の角切りに変更した。切り方を小さくしたことで温泉水を用いて下ゆでする時間が長いと、煮くずれ過ぎ、後にフライパンで焼く工程が難しかったため、ゆで時間を短縮した（25分→20分）。

<改良前>



<改良後>

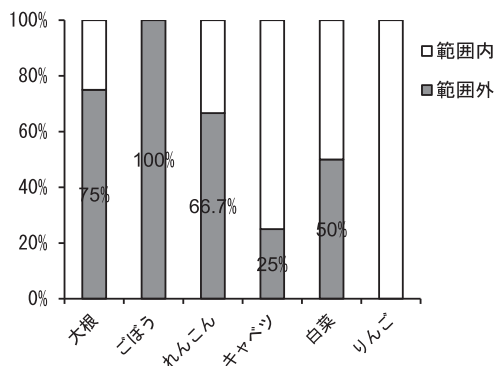


図2. L4の範囲外となった料理の割合（素材別）

2) ごぼうのやわらかきんぴら

ごぼうの切り方を、せん切りからさがきに、人参は繊維を断ち切るように一度輪切りにしてからせん切りにした。切り方をうすくしたため、温泉水でゆでる時間を短縮した(25分→15分)。調味料を加えて弱火で10分煮て、最後に水溶き片栗粉でとろみをつける工程を追加した。

<改良前>



<改良後>



3) れんこんとエビ団子の煮物

れんこんの切り方を、5mm幅のいちょう切りからスライサーを用いた薄切りに変更した。

<改良前>



<改良後>



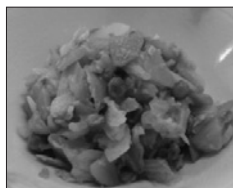
4) やわらか野菜炒め

キャベツの切り方は3cm角から繊維を断ち切るように短冊切り(3×1cm)に変更した。温泉水で下ゆでする時間を延長した(3分→5分)。野菜を小さくしたことで味が浸透しやすくなり味付けが濃く感じたため、調味料の分量も減らした(鶏ガラスープの素1.5g→1.0g、オイスターソース5g→2.5g)。

<改良前>



<改良後>



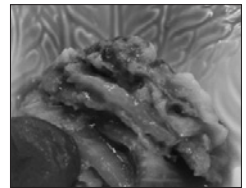
5) 豚肉と白菜のミルフィーユ鍋

白菜を温泉水で下ゆでする時間を延長した(5分→10分)。白菜と豚肉を交互に挟む時に、白菜と豚肉の一体感を出すために、豚肉の表面に片栗粉をつけて重ねていくようにした。重ね終わった後、柵の幅を短くした(5cm→2cm)。

<改良前>



<改良後>



(3) 各料理の改良前後の嚥下食ピラミッドレベルと物性評価

既存のレシピ集に掲載されている各料理のテクスチャー解析を行い、改良前後の嚥下食ピラミッドレベルと、改良後の物性評価値を表3に示した。

範囲外になった料理はレシピを改良した結果、全ての料理が嚥下食ピラミッドL4の物性範囲内に適合した。物性測定の結果、レベルがL1、L2、L3となった料理もあったが、物性評価値だけでなく他の因子(食材数、形態、たんぱく質量、特徴)も考慮して介護食のレベルを判定しなければならない(表2)。今回のレシピは全て普通食を軟らかくしたような不均質な形態の料理であることから、L1、L2、L3の料理は物性値以外の因子で適合しないため、L4のレベルになったと判定した。

(4) 各料理のかたさ・付着性・凝集性の関係 (図3～図5)

物性がL1(豚肉と白菜のミルフィーユ鍋、りんごの赤ワイン煮ゼリー)、L2(ごぼうのやわらかきんぴら)、L3(甘辛ごぼうのふんわり揚げ煮、れんこんとエビ団子の煮物、れんこん団子のおしるこ、れんこん団子のみたらし、鮭とキャベツのクリーム煮、白菜のとろみ中華炒め)と判定された料理は、かたさが基準

の範囲内で、付着性が低く、凝集性が0.2~0.7に入ったことから、軟らかく、べたつきが少なく、まとまりのある料理であったと言える。

L3と判定された料理の内、「れんこん団子のおしるこ」と「れんこん団子のみたらし」は、かたさが低く(4,623N/m²、2,932N/m²)、付着性が高かったが(697.2J/m³、660.8J/m³)、凝集性は適切(0.47、0.62)であったことから、軟らかく、口腔内でべたつきやすいが、まとまりの良い料理であることがわかった。

L4と判定された料理15品の内、凝集性が0.2~0.4前後であったものは、「牛肉とごぼうのしぐれ煮」「ごぼうの胡麻和え」「れんこんの筑前煮」「れんこんと鶏肉のうま煮」「ロール

キャベツ」「やわらか野菜炒め」「牛肉と白菜のすき煮」「りんごの赤ワイン煮」の8品であった。これらの料理は、付着性も360(J/m³)以下と低かったことから、口腔内でのべたつきが少なく、まとまりが良い料理であることがわかった。

上記以外のL4と判定された料理7品は、凝集性が0.2以下と低く、付着性も200(J/m³)以下で低かった。べたつきは少ないが、まとまりの悪い料理であったと言える。該当する料理は、「大根のサイコロステーキ」「マーボー大根」「大根のそぼろ煮」「大根と人参のやわらか浅漬け」「れんこんのめんたいマヨ和え」「コールスローサラダ」「白菜の梅肉和え」であった。

表3. 各料理の改良前後のレベル(嚥下食ピラミッド)、かたさ応力、付着性、凝集性

	料理名	改良前 レベル	改良後 レベル	かたさ応力 (N/m ²)	付着性 (J/m ³)	凝集性
大根	大根のサイコロステーキ	範囲外	L4	25,453± 2,528	169.2± 39.5	0.13±0.03
	マーボー大根	範囲外	L4	19,159± 3,172	89.9± 49.3	0.17±0.03
	大根のそぼろ煮	L4	—	34,235± 5,063	71.7± 29.8	0.14±0.02
	大根と人参のやわらか浅漬け	範囲外	L4	29,296± 6,127	64.4± 21.5	0.12±0.03
ごぼう	牛肉とごぼうのしぐれ煮	範囲外	L4	26,981± 6,905	170.0± 30.7	0.26±0.05
	ごぼうのやわらかきんぴら	範囲外	L2	11,420± 2,961	72.8± 20.7	0.24±0.01
	ごぼうの胡麻和え	範囲外	L4	29,176± 2,054	351.9±105.1	0.26±0.01
	甘辛ごぼうのふんわり揚げ煮	範囲外	L3	14,843± 2,575	5.9± 4.3	0.61±0.05
れんこん	れんこんの筑前煮	範囲外	L4	32,459± 9,651	122.3± 51.1	0.27±0.03
	れんこんとエビ団子の煮物	範囲外	L3	13,218± 3,669	61.6± 33.3	0.43±0.07
	れんこんのめんたいマヨ和え	範囲外	L4	36,964± 8,210	139.6± 58.6	0.15±0.01
	れんこんと鶏肉のうま煮	範囲外	L4	17,973± 6,318	247.5± 67.2	0.28±0.03
	れんこん団子のおしるこ	L3	—	4,623± 620	697.2±167.8	0.47±0.05
	れんこん団子のみたらし	L3	—	2,932± 341	660.8± 42.1	0.62±0.03
キャベツ	ロールキャベツ	L4	—	17,208± 2,817	111.6± 52.4	0.42±0.04
	やわらか野菜炒め	範囲外	L4	33,248± 6,649	130.3± 71.5	0.24±0.03
	鮭とキャベツのクリーム煮	L3	—	14,386± 3,883	200.7± 38.1	0.38±0.06
	コールスローサラダ	L4	—	26,010± 4,586	75.2± 19.2	0.16±0.03
白菜	豚肉と白菜のミルフィーユ鍋	範囲外	L1	9,292± 2,890	173.4± 71.2	0.37±0.08
	白菜のとろみ中華炒め	L3	—	12,291± 5,133	151.9± 69.4	0.35±0.08
	牛肉と白菜のすき煮	L4	—	35,730±14,815	85.2± 54.0	0.37±0.06
	白菜の梅肉和え	範囲外	L4	32,818± 1,163	103.5± 21.0	0.17±0.03
りんご	りんごの赤ワイン煮	L4	—	16,461± 3,739	245.0± 85.6	0.22±0.03
	りんごの赤ワイン煮ゼリー	L1	—	9,346± 870	163.4± 47.8	0.27±0.04

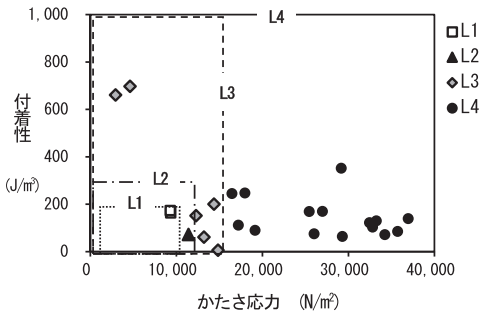


図3. 各料理のかたさ応力と付着性

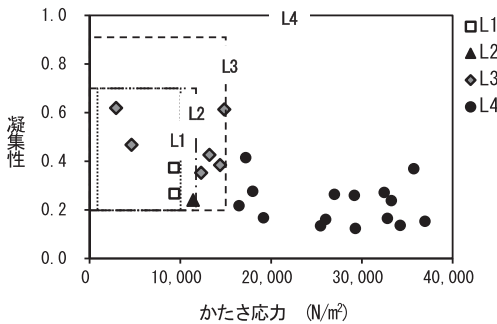


図4. 各料理のかたさ応力と凝集性

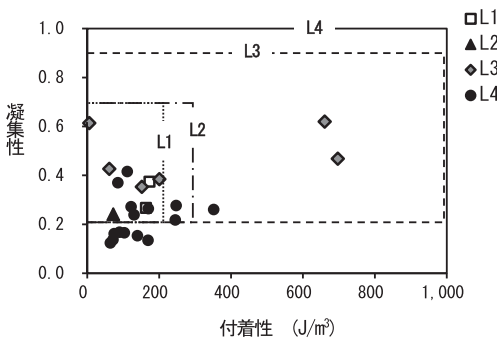


図5. 各料理の付着性と凝集性

4. 考察

既存のレシピ集の料理は、前報で報告した別府温泉の炭酸水素塩泉が持つ煮熟軟化効果を用いたもので、根菜や葉物野菜を炭酸水素塩泉で下ゆですること、食材が通常より速く柔らかくなった。さらにその後に「煮る」「焼く」「揚げる」「炒める」といった2段階の調理を行うことにより、介護食を食べる方が、揚げ物、焼

き物、炒め物でも美味しく食べられるように、料理のバリエーションを増やし、食べる楽しみを与える工夫をした。最終的に嚥下調整食4のレベルになったと判断し、介護食レシピとして掲載した。

しかし、介護食としての適否を、主観だけでなく、テクスチャー解析を用いて「かたさ」「付着性」「凝集性」の物性値を測定した結果、約6割の料理が嚥下食ピラミッドL4の物性範囲内に入らず、「範囲外」の判定となった。この要因は、全ての料理について「かたさ」であり、基準値の40,000 (N/m²) を超えるものであった。

かたさが基準の範囲外となった料理の割合が特に高かったのは、「ごぼう」と「れんこん」の料理であった。既存のレシピを作成するうえで、炭酸水素塩泉は煮熟軟化効果だけでなく、野菜のアクを抜く効果も高かったため、本来介護食では不向きとされる不溶性食物繊維が多くアクの強い「ごぼう」や「れんこん」の料理にも挑戦したことが要因であると考えられた。これらの料理は、「通常の料理より柔らかくなったであろう」という主観的な判断のもとで作成したものであったが、物性評価を行うと介護食と呼べるような「かたさ」のレベルには到達していないことがわかった。そのため、ごぼうとれんこんは、繊維を断ち切るような切り方に変更した結果、多くの料理で物性の改善がみられた。さらに、食してまとまりが悪く感じたものはとろみをつけたり、揚げ物は卵をまわして揚げた後に調味液にくぐらせたりと、調理工程を変更すると物性が範囲内になった。

また、大根料理も基準の範囲外となった料理が多かったが、切る大きさを小さめに変更するだけで物性の改善がみられた。しかし、L4の範囲内となったものの、物性評価値をみると、全ての大根料理において、凝集性が0.2以下と低い結果となったことから、大根料理は、柔らかくても口腔内でまとまりにくい食材であることがわかった。

葉物野菜であるキャベツと白菜の料理は、範囲内となった料理が多かった。範囲外となった

料理は、温泉水で下ゆでする時間を延長したり、切り方を小さめに変更したりするだけで物性の改善が見られた。

以上のことより、介護食の作成にあたり、どこまで軟らかく調理すれば介護食として適合するのかを、作成者の主観だけでは判断が極めて難しいことがわかった。また、切り方や調理時間を変更して軟らかくなった料理でも、凝集性が低くまとまりにくいものや、付着性が高いものもあることがわかった。したがって、物性等の客観的データを用いて評価することの重要性を実感したため、この度改良したレシピについては、「かたさ」「付着性」「凝集性」の物性値を掲載したレシピ集になるように検討していきたい。

また、今後の課題として、温泉水を用いて調理した介護食であることから、味、匂い、見た目にも及ぼす影響や、栄養素の損失の有無についても検討していかなければならない。

5. 引用文献

- 1) 古木美香, 平包(海陸)留美, 小野章史, 別府温泉における飲泉水の泉質が大根のテクスチャーに与える影響, 別府大学短期大学部紀要, 2015, 34, 13-20.
- 2) 海陸留美, 東保美香, 別府の温泉水でつくる やわらか介護食(根菜・葉物野菜編), 2016, 別府大学短期大学部食物栄養科, 1-20.
- 3) 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類2013, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, 2013, 17(3), 255-267.
- 4) 金谷節子, 坂井真奈美, 嚥下食ピラミッドによる嚥下食レシピ125, 2007, 医歯薬出版, 18-23.
- 5) 消費者庁: 特別用途食品の表示許可等について(平成28年3月31日付け消食表第221号) 別添: 特別用途食品の表示許可基準並びに特別用途食品の取り扱い及び指導要領
- 6) 日本介護食品協議会: ユニバーサルデザインフード自主規格について, https://www.udf.jp/about_udf/index.html, (2018年10月31日)
- 7) 栢下淳, 病院・施設のための嚥下食ピラミッドによる咀嚼・嚥下困難者レシピ100, 2013, 医歯薬出版, 6-18.