加熱調理可能な野菜ゲルの調製と調理性

平野聡美*, 香西みどり

お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科ライフサイエンス専攻

Study on the Preparation and Cooking Properties of Thermostable Vegetable Gel

Satomi Hirano* and Midori Kasai

Ochanomizu University, 2-1-1 Otsuka, Bunkyo, Tokyo 112-8610

A vegetable gel was made of thermostable gelling agent and vegetable puree. The objective of this research was to investigate the preparation and cooking applicability of vegetable gel. The vegetable gel formulation was 1-2 % gellan gum, 0.6 % calcium lactate in 10 % RO water, 50 % carrot puree and carrot juice. The vegetable gel collapsed in boiling water with 0.5 % NaCl, whereas a high salt concentration prevented gel collapse. At 90°C, the vegetable gel did not collapse even after heating in a salt solution for 90 min. Vegetable gel with seasoning simmered for 20 min showed slight collapse; however, panelists considered it "not collapsed". These results demonstrate the applicability of thermostable vegetable gel as a consistent quality foodstuff in vegetable cooking.

(Received Oct. 8, 2012; Accepted Apr. 30, 2013)

Keywords : Restructured vegetable, Gellan gum, Carrot

キーワード : 再構成野菜, ジェランガム, ニンジン

果物および野菜をゲルで固めた農産物の再構成食品は介護食やユニバーサルデザインフードに利用されている。たとえば、肉、魚、野菜を調味料とともにペースト状にし、市販の増粘剤で成形した介護食の食味調査を行った報告¹⁾がある。現在販売されている農産物の再構成食品は、調理および調味済みのものおよび耐熱性のないものがほとんどで、個々の利用者に合わせて加熱調理および調味可能な介護食や再構成食品は少ない。再構成食品は農作物の有効利用²⁾、食品の加熱殺菌のモデルとしての利用³⁾⁴⁾も可能であり、多くの論文および特許が発表されている。しかし、これらの報告において、形成したゲルを調理および調味するという観点での研究は少なく、再構成野菜が調味液中で加熱されることでどのような影響を受けるのかは明らかになっていない。

ジェランガムはカチオンの添加によってゲル形成が促進される多糖である。市販品のジェランガムはカリウム等の金属を含んでいるため単独でもゲルを形成し、さらにカルシウムイオンの添加により耐熱性ゲルを形成するため加熱調理可能な再構成野菜のゲル化剤に適していると考えられる。ただ、ナトリウム等一価イオンのゲル化促進効果はカルシウム等二価イオンに比べて小さい⁵⁾ため、カルシウムイオンでゲル化したジェランガムをナトリウムイオンを含

む調味液中で加熱する場合、ナトリウムイオンによるゲル化促進と、ジェランガムを架橋しているカルシウムイオンと調味液のナトリウムイオンとの交換によるゲル強度低下の両方が起こる可能性がある。Nitta ら⁶⁾はジェランガム単体ゲルについて、NaCl 溶液中に浸漬するとゲルの網目構造が強固になると報告したが、カルシウムイオンを添加して耐熱性ゲルを形成したジェランガムゲルについてはNaCl 溶液浸漬時の挙動が明らかになっていない。

本研究では、野菜のピューレを耐熱性ゲル化剤で成形したものを“野菜ゲル”と定義する。実際の野菜に近いかたさで耐熱性があり、かつ調味可能な品質一定の野菜の代替品として加熱調理可能な“野菜ゲル”の開発およびその有用性を示すことを本研究の目的とした。ニンジンのピューレと耐熱性ゲル化剤であるジェランガムからなる“野菜ゲル”について調理性を検討し、調理品の官能評価を行いその利用について検討した。

実験方法

1. 野菜ゲルの調製

ジェランガム(脱アシル型, 三栄源エフ・エフ・アイ製), 乳酸カルシウム水和物(小堺製薬製), ニンジン(千葉県産), 逆浸透(Reverse Osmosis)膜処理により金属を除去した水(以下RO水)を使用した。ジェランガムの金属イオン含量はナトリウム 0.42%, カリウム 5.03%, カルシウム

〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

* 連絡先 (Corresponding author), g1170511@edu.cc.ocha.ac.jp

Table 1 Seasoning solution of cooked vegetable gels

Test food	Salt concentration (%) [*]	Ingredients (for 100 g vegetable gel)
Consommé	0.79	6.6 g consommé cube and 375 g tap water
Simmered Japanese vegetables	4.0	30 g stock ^{**} , 0.75 g salt, 5 g soy sauce, 3 g sugar
Stew	1.2	12.7 g cream stew sauce mix, 93.3 g tap water, 6.9 g milk
Kimpira	3.9	8.3 g oil, 42.5 g stock ^{**} , 19.8 g soy sauce, 5.7 g sweet sake
Salad	2.8	10.5 g oil, 7.0 g vinegar, 0.5 g salt

^{*} Calculated from nutrition facts on food package and standard tables of food composition in Japan⁸⁾.

^{**} 1 g Japanese soup stock powder dissolved in 150 g tap water.

0.37%, マグネシウム 0.09%⁷⁾ と報告されている。ニンジンピューレはニンジンの皮を剥き、RO 水で 20 分間茹でた後すりおろし、さらにホモジナイザー（エスエムテ製、HF93）により 10000 rpm で 6 分攪拌して調製した。ニンジン搾り液はピューレと同様に茹でてすりおろしたニンジン布で搾って調製した。ジェランガム、ニンジンピューレ、ニンジン搾り液をビーカー中で混合し、湯煎で 20 分間加熱（90℃以上 10 分間保持）した。このペーストに RO 水に溶解させた乳酸カルシウムを混合した後 5 分間加熱し、直ちに直径 1.6 cm のセルロースチューブ（三光純薬製、孔径 5 nm）に充填した。セルロースチューブの両端をタコ糸で縛り、室温で 30 分放冷後 5℃で 24 時間保存した。その後長さ 1.5 cm にカットして試料とした。ゲルの組成はジェランガム 1~2%, 乳酸カルシウム 0.6%, ニンジンピューレ 50%, RO 水（乳酸カルシウム溶解用）10%, ニンジン搾り液とした。

官能評価では、ゲルを立方体または千切りに成形して使用した。カルシウム混合後のペーストをクッキングシートで作った平型に流して板状のゲルとし、この板状ゲルから 1 辺が 1 および 1.5 cm 立方体または高さおよび幅約 3 mm、長さ 5 cm の千切りの試料を調製し加熱調理して供した。

2. 物性測定

テクスチャーアナライザー（TA.XTplus, Stable Micro Systems 製）を用いて直径 5 mm プローブで 1 mm/sec で圧縮した。測定は 20℃で行い、試料高さ 75% まで圧縮した際のテクスチャー曲線における最大ピークを「かたさ」とした。

3. 調味液加熱

ビーカーに調味液 300 g と試料 9 個（約 30 g）を入れ、ウォーターバス（SB-650, 東京理化器械製）で 90℃に保温またはホットプレート（PC-620D, Corning 製）で沸騰状態に保持した。調味液は RO 水、0.5~4.0% NaCl 水溶液、食塩濃度 0.79% 相当のコンソメスープを用いた。コンソメスープは水道水 300 g にコンソメキューブ 5.3 g（味の素製）を溶解させ調製した。コンソメキューブ 100 g 中の金属組成は、ナトリウム 17000 mg、カリウム 200 mg、カルシウ

ム 26 mg、マグネシウム 19 mg⁸⁾ である。試料は 30 分ごとに 3 つずつ取り出し、20℃、相対湿度 60% の恒温室で 20℃とした後試料の直径と高さをノギスで測定した。加熱中は 15 分毎に RO 水を足し、蒸発した水を補った。

4. 野菜ゲル調理品の官能評価

ジェランガム野菜ゲルを用いて調理品を調製し、お茶の水女子大学調理学研究室の学生および教職員 11~19 名により官能評価を行った。調理品は湿式加熱調理モデルとしてコンソメ煮、煮物、シチュー、炒め調理と湿式加熱が組み合わさった調理のモデルとしてきんぴら、和え物のモデルとしてサラダを調製した。シチューと煮物では、水道水で 30 分ゆでることで十分に煮熟したニンジンも調製し、ゲルと同様に調理品を調製し、室温に戻した後官能評価に用いた。

評価は外観、テクスチャー、味について -2~+2 の 5 段階評点法で行い、両端に「非常に崩れている」、「非常に崩れていない」など対になる語のラベルをつけ、中央に「どちらでもない」のラベルをつけた 5 段階のカテゴリー尺度を用いた。-1, +1 についてはラベルをつけず -2~0 および 0~+2 の中間の評価として扱った。評価項目は「煮崩れの程度」（-2: 非常に崩れている, +2: 全く崩れていない）, 「かたさ」（-2: 非常にやわらかい, +2: 非常にかたい）, 「粒子感およびざらつき」（-2: 非常に滑らか, +2: 非常に粒子感およびざらつきがある）, 「ニンジンおよび調味料以外の味」（-2: 全く感じない, +2: 非常に強い）, 「味付けの濃さ」（-2: 非常に薄い, +2: 非常に濃い）とした。なお、ニンジンおよび味付け以外の味の強さに関してはどのような味を呈したかも質問した。評価は 1 回につき同一の調理法にて調理した試料 2 種を、2 個ずつ直径 10 cm の白い皿に置いてパネリストに試料の組成を知らせず提示した。評価は順序効果を考慮してそれぞれの試料に対し絶対評価にて行い、試料と試料の間は水で口をすすぐよう指示した。統計処理には SPSS 21.0 (IBM 製) を用い、Tukey-Kramer 法による多重比較または t 検定にて同一調理法における試料間の有意差検定を行い、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。調理品の調製方法はコンソメ煮とシチューは製品パッケージの記載、煮物はお茶の水女子大学で実施

した調理実習, きんぴらとサラダは文献⁹⁾に従い, 以下の通りとした. 調味液の配合は Table 1 に示した.

(1) コンソメ煮

ウォーターバスで 90℃ に保温したコンソメスープに浮き実を想定し 1 cm 角の野菜ゲルを入れ, 90 分加熱した.

(2) 煮物

調味液に 1 口で食べられる大きさとして 1.5 cm 角の野菜ゲルを入れ, 煮汁がなくなるまで約 20 分間弱火で加熱した.

(3) シチュー

市販顆粒状シチュールー (ハウス食品製) を温水道水に溶かし, 鍋でとろみがつくまで約 10 分間加熱し, 1.5 cm 角の野菜ゲルまたは煮熱したニンジンを入れ, 弱火で 10 分間加熱した後牛乳を加え, さらに 5 分間加熱した.

(4) きんぴら

幅および高さ約 3 mm, 長さ 5 cm の千切りに切った野菜ゲルを使用した. フッ素加工がなされているフライパンと菜箸を用いて野菜ゲルを油 (日清製, 菜種油) で 1 分炒め, 調味液を入れ汁気が無くなるまで加熱した.

(5) サラダ

幅および高さ約 3 mm, 長さ 5 cm の千切りに切った野菜ゲルを 1 分茹でた後, 調味液で和えた.

実験結果および考察

1. 野菜ゲルの調味液加熱

(1) 沸騰状態

コンソメスープおよび一般の調味液塩分濃度¹⁰⁾である

0.5, 1% NaCl 中での加熱を行った結果, Fig. 1, 2 (a) (b) に示したように, 沸騰状態の 0.5% NaCl およびコンソメスープ中では 1, 2% ジェランガム野菜ゲルが大きく崩れた. 1% NaCl 中で加熱した場合は, 2% ジェランガム野菜ゲルは 1.5 時間加熱後においても高さの減少が 10% 以内であったが, 1% ジェランガム野菜ゲルは 1 時間以上の加熱で高

Fig. 1 Collapse of vegetable gels with 2% gellan gum after boiling

Fig. 2 Height of vegetable gel with gellan gum in salt solution or consommé subjected to heating

(a), gel with 1% gellan gum at 100℃; (b), gel with 2% gellan gum at 100℃; (c), gel with 1% gellan gum at 90℃; (d), gel with 2% gellan gum at 90℃.

○, RO water; ×, 0.5% NaCl; ■, 1% NaCl; ▲, 2% NaCl; ◆, 4% NaCl; , Consommé.

h, sample height (at time 0.5–1.5 h); h_0 , initial sample height.

Bar: mean ± SD ($n \geq 8$).

Fig. 3 Hardness of vegetable gel with gellan gum in salt solution or consommé subjected to heating

(a), gel with 1% gellan gum at 100°C ; (b), gel with 2% gellan gum at 100°C ; (c), gel with 1% gellan gum at 90°C ; (d), gel with 2% gellan gum at 90°C.

○, RO water ; ×, 0.5% NaCl ; ■, 1% NaCl ; ▲, 2% NaCl ; ◆, 4% NaCl ; , Consommé.

Bar : mean ± SD ($n \geq 8$).

さが10%以上減少した。イオンを含まないRO水での加熱においてもFig.3 (a) (b)に示すかたさの低下と試料の角が取れる程度の崩れが見られた。そのため、長時間加熱による煮崩れを防ぐ目的で、1, 2% ジェランガム野菜ゲルを2および4% NaClにて加熱したところ、Fig.2に示したようにゲルの高さの減少が10%以下にとどまり、NaCl濃度が高いほどゲルの高さが保たれた。かたさについては、0.5% NaCl加熱においてはゲルの煮崩れが激しく、試料高さが他の加熱条件のものと異なったため比較はできないが、加熱後のゲルのかたさ減少も煮汁のNaCl濃度が高いほど抑えられる傾向であった。このことから、0.5% NaCl溶液ではカルシウムイオンとナトリウムイオンの交換によりゲルが弱くなるが、2%以上のNaCl濃度であれば上記のイオン交換によるゲルの軟化は起こるものの多量のナトリウムイオンによるゲル化促進効果の方が影響が大きいと考えられる。先行研究⁶⁾では室温の1M NaCl溶液にジェランガム単体ゲルを浸漬しゲルが強固になったが、本研究のようにカルシウムを加えたジェランガムゲルをNaCl溶液中で沸騰加熱した場合でもゲルの硬化が起きることが示唆された。ナトリウムイオンを含まないRO水加熱においてはゲルのかたさが低下したが煮崩れは少なかった。かたさの低下に関してはゲル調製時に加えたカルシウムイオンの溶出の可能性はあるが、煮崩れが少ないことからその影響は小さかったと考えられる。ゲルに含まれている金属イ

オンの溶出については、ジェランガム自身のカリウムイオンでゲル化したジェランガムゲルにおいて室温の純水中でのカリウムイオン溶出⁷⁾は報告されているが、ゲル中のカルシウムイオンの溶出については明らかとなっておらず今後検討が必要である。

(2) 90°C加熱

前述のとおり、沸騰加熱では食塩濃度2~4%の調味液によりゲルの煮崩れが抑制された。しかし、実際の調理では1%前後の食塩濃度の調味液を用いる事が多いため、野菜ゲルをこれらの調味液で長時間沸騰加熱すると煮崩れる可能性がある。そこで、煮崩れの抑制を図るため加熱温度を90°Cに下げ、加熱温度の影響を検討した。その結果Fig.2 (c) (d)のように0.5% NaCl中でも1, 2% ジェランガム野菜ゲルの高さはほとんど変化せず、90°C加熱により沸騰加熱に比べて明らかに煮崩れを抑制できることが示された。

Fig.3 (c) (d)に90°Cで加熱後のゲルの物性測定結果を示す。0.5および1% NaClにて加熱した場合は沸騰加熱および90°C加熱の両方でゲルが軟化し、4% NaClにて加熱した場合は沸騰加熱および90°C加熱の両方で加熱前に比べゲルがかたくなった。ここで、0.5, 1, 4% NaCl溶液中加熱では、同時間加熱したときの90°C加熱後ゲルと沸騰加熱後ゲルを比べると、90°C加熱の方が硬化の程度がやや大きかった。90°C加熱の場合カルシウムイオンとナトリウム

Table 2 Mean values and standard deviation of scores for cooked vegetable gel and carrot

Test food	Item	Samples in test food			
		Gellan gum concentration of vegetable gel			Carrot
		1%	1.5%	2%	
Stew	Degree of collapse	-1.00±1.00 ^a	1.25±0.93 ^b	1.15±1.28 ^b	0.00±1.21 ^a
	Hardness	-1.46±0.66 ^a	-0.81±0.83 ^{ab}	-0.08±0.76 ^b	-1.38±0.72 ^a
	Roughness of texture	-0.08±1.04 ^{ab}	0.56±0.89 ^b	0.77±0.60 ^b	-0.94±0.93 ^a
	Taste other than carrot and seasonings	-1.38±0.65 ^{ab}	-1.25±0.93 ^{ab}	-0.85±1.28 ^b	-1.88±0.34 ^a
Simmered Japanese vegetables	Degree of collapse	0.38±1.12 ^a	1.67±0.59 ^b	1.00±0.91 ^{ab}	0.28±1.18 ^a
	Hardness	-1.46±0.66 ^a	-0.39±0.85 ^b	0.31±0.85 ^b	-1.33±0.69 ^a
	Roughness of texture	0.00±1.00 ^b	0.39±0.78 ^{bc}	0.92±0.86 ^c	-0.94±0.73 ^a
	Taste other than carrot and seasonings	-1.31±0.95	-1.11±1.18	-1.31±0.75	-1.56±0.70
Kimpira	Degree of collapse	-1.27±0.79 ^a		0.73±1.01 ^b	
	Hardness	-1.45±0.69 ^a		0.00±1.10 ^b	
	Roughness of texture	0.55±0.52		0.27±1.01	
	Taste other than carrot and seasonings	-1.18±0.87		-1.10±1.20	
Salad	Degree of collapse	0.08±1.38 ^a		1.38±0.96 ^b	
	Hardness	-1.62±0.65 ^a		-0.77±0.93 ^b	
	Roughness of texture	0.31±0.95		0.54±0.97	
	Taste other than carrot and seasonings	-1.08±0.86		-1.23±0.83	
Consommé	Hardness	-1.37±0.60 ^a		-0.68±0.95 ^b	
	Roughness of texture	-0.37±1.21		0.26±1.05	
	Taste other than carrot and seasonings	-1.21±0.71		-0.95±1.18	

* Data is expressed as mean±SD. Different letters (a, b, c) in the same row indicate significant differences within same test food ($p<0.05$).

イオンの交換が沸騰加熱に比べて減少したため、0.5, 1, 4 % NaCl では軟化が抑えられ、同時時間の沸騰加熱に比べゲルがややかたくなったと考えられる。

2% NaCl の場合は同時時間の沸騰加熱と比べると 90℃ 加熱の方が軟化の程度がわずかに大きく、他の NaCl 濃度にて加熱した場合とは異なる傾向を示した。この結果から、以下に述べるようにイオンの交換による軟化と多量のナトリウムイオンによるゲル化促進の影響の程度が温度によって変化したと考えられる。すなわち、2% NaCl で加熱した場合、沸騰加熱では軟化とゲル化促進が同程度で起こっていると考えられる。一方 90℃ 加熱では軟化の影響がゲル化促進を上回ったと考えられる。このことから、2% NaCl 中の 90℃ 加熱では前述の 0.5, 1, 4% NaCl と同様にイオンの交換が減少し軟化が抑制されるが、同時にナトリウムイオンによるゲル化促進も沸騰加熱に比べて減少していることが考えられる。これらの反応の NaCl 濃度および温度に対する依存性については、今後さらに研究する必要がある。

以上から、本研究の野菜ゲルは通常の調理で用いる食塩濃度 1% 前後の調味液では長時間沸騰加熱すると 1, 2% ジェランガム野菜ゲルが崩れるが、90℃ 程度に加熱温度を下げることで煮崩れを生じず調理できることがわかった。また、食塩濃度が 2~4% と比較的高い調味液では沸騰加熱においても野菜ゲルの煮崩れがわずかであり、食塩濃度

1% 前後の調味液であっても 1 時間以内の加熱であれば崩れが少ないので、一般の 30 分程度で煮汁を 1/5~1/3 量になるまで煮詰める¹⁰⁾ 煮物であれば、短時間で煮汁の濃度が上昇するためゲルを崩すことなく調理できる可能性が示唆された。

2. 野菜ゲル調理品の官能評価

(1) 調理時の煮崩れ

調味液加熱実験の結果を踏まえ、野菜ゲルの調理品を調製し官能評価を行った。煮物は食塩濃度 4% の調味液でゲルを加熱したが、調理後も角が残った状態であり、「-2: 非常に煮崩れている~+2: 全く煮崩れていない」で評価した煮崩れの評点が 0 以上となり「煮崩れていない」と評価される傾向にあった。シチューの場合はジェランガム 1% 野菜ゲルのみ調理中の攪拌で角が丸くなる程度に崩れ、煮崩れの評点が -1 であり「-2: 非常に煮崩れている」と「どちらでもない」の中間を示した。ジェランガム 1.5 および 2% 野菜ゲルは評点が 1 以上で「2: 全く煮崩れていない」に近い評価であった。しかし、シチューにおいては被験者から「具が煮崩れていないのは不自然だ」という意見があり、煮込み料理の場合は適度に煮崩れるかたさのゲルが適していると考えられる。好ましい煮崩れの程度については今後調査が必要である。

千切りしたゲルを用いたきんぴらとサラダでは、菜箸で

攪拌するとゲルが折れてしまった。しかし、1% ジェランガム野菜ゲルのきんぴらは官能評価でも評点が-1.27で「-2：非常に煮崩れている」に近い評価であったが、2% ジェランガム野菜ゲルは評点が0.73であり、ひどい煮崩れではないと評価された。野菜ゲルは実際の野菜のように繊維が無いと折れやすいが、ゲル化剤濃度が高いものであれば千切りでの調理が可能であることが分かった。

結果から、野菜ゲルの調理では立方体などの塊状の形状の野菜ゲルで、食塩濃度の高い調味液ならば煮崩れず加熱でき、ゲル化剤濃度の高いものであれば千切りでも使用可能であることがわかった。また、ゲル化剤濃度が低く煮崩れやすい野菜ゲルは、シチュー等煮崩れが望ましい煮込み料理に適用できる可能性があることが分かった。

(2) テクスチャー

本研究の野菜ゲルは、ニンジンピューレの粒子と高濃度のゲル化剤により、粒子感やざらつきが生じる可能性があった。煮物とシチューの官能評価では、十分に煮熟したニンジンも野菜ゲルと同様に調理し評価した。ジェランガム2%のものは“粒子感およびざらつき”の評点がすべての料理で0以上となり、ニンジンに比べて有意 ($p < 0.05$) に評点が高く、ざらつきを感じると評価された。しかし、ジェランガム1%のものは煮物においてニンジンより有意に“粒子感およびざらつき”の評点が高かったものの評点は0でありざらつきが少なかったと考えられる。シチューとコンソメスープでは評点が0以下となり、これらの汁物ではざらつきを感じずに食べられることが示唆された。

シチュー、煮物、きんぴらにおいてジェランガム2%野菜ゲルの“かたさ”の評点は0付近であり、適度なかたさであると評価された。今回は介護食を想定し十分に煮熟したニンジンをゲルの比較対象としたが、煮物とシチューにおいてジェランガム1%のものが煮熟したニンジンと有意差のない評点となった。

(3) 味

耐熱性のあるジェランガムゲル形成にはカルシウムイオンが必要であるため本研究では乳酸カルシウムを添加したが、乳酸カルシウムは苦味、渋味、酸味を呈する¹¹⁾。乳酸カルシウムの閾値は0.12%¹²⁾であるが、本研究の野菜ゲルにはいずれのジェランガム濃度の試料でも閾値を上回る0.6%の乳酸カルシウムが含まれていた。しかし、官能評価では野菜ゲルに苦味を感じたという意見がみられたものの、2% ジェランガムで調製したシチューとコンソメ煮以外は評点が-1以下であり、強い苦味を呈したわけではないことがわかる。ただ、ジェランガム1.5および2%の試料はジェランガム1%の野菜ゲルに比べ苦味を感じたという意見が多くあり、特にジェランガム2%野菜ゲルはシチューにおいて「ニンジン、味付け（調味料）以外の味」の評点がニンジンに比べて有意に高かった。このことから、ジェランガムに含まれている金属イオンも苦味の原因となって

いることが示唆された。有意な差ではなく Table 2 に示していないが、2% ジェランガムは煮物とシチューにおいて“味付けの濃さ”（-2：非常に薄い～+2：非常に濃いとして評価）の評点がニンジンより低く、味付けが薄いと評価される傾向であった。調味料野菜ゲルにおける調味料の拡散係数や呈味効率についてはさらなる研究が必要であるが、今回の実験において2% ジェランガム調理品は調味料の味が薄く、乳酸カルシウム由来の不快な味を感じやすかったと考えられる。

以上から、ジェランガム1～2%、乳酸カルシウム0.6%、ニンジンピューレ50%、ニンジン搾り液からなる野菜ゲルは1%以上のNaClを含む煮物等の調味液では沸騰状態で加熱調理可能であり、1%未満のNaClを含む調味液でも長時間煮立てなければ加熱調理可能であることが示された。90℃ならば0～4% NaCl 溶液中で90分加熱してもほとんど煮崩れないことがわかった。このことから、野菜ゲルが調理加工において有用であることが示唆された。また、調理品によって最適な野菜ゲルのジェランガム濃度は異なるので、調理品に合わせてゲル組成を調整する事で様々な調理品に野菜ゲルを適用できる可能性がある。しかし、煮崩れを防ぐためには野菜ゲルのゲル化剤濃度又は調味液の塩分濃度を高めることが必要であるが、調理品の食味を損なってしまうため、さらなる野菜ゲル組成と最適な調理条件の検討が必要である。また、野菜ゲルにおける調味料の拡散と呈味効率についても研究が必要である。

要 約

野菜のピューレを耐熱性ゲル化剤で成型した“野菜ゲル”の調理への適性を検討した。野菜ゲルはジェランガム1～2%、乳酸カルシウム0.6%、ニンジンピューレ50%、乳酸カルシウムを溶解する水10%、ニンジン搾り液からなるものを使用した。ジェランガム使用野菜ゲルを0～4%のNaCl溶液中で沸騰状態および90℃で加熱すると、沸騰した0.5% NaClで加熱すると大きく煮崩れたが、食塩濃度が高いほど崩れが減少し、また90℃ではいずれの調味液中でも90分間経過しても崩れなかった。NaCl約4%相当の調味液で20分間沸騰加熱し煮物を調製した場合はほとんど崩れなかった。本研究の野菜ゲルは、野菜を含み品質一定な食材として、調理加工において有用であることが示唆された。

本研究の遂行にあたり、カードランをご提供頂いたキリン協和フーズ株式会社ならびにジェランガムをご提供頂いた三栄源エフ・エフ・アイ株式会社に深謝いたします。

文 献

- 1) 白地順子, 遠藤里美, 介護食用ソフト食（主菜献立）における市販品および改良品の食味の比較, 福岡女子短大紀要,

- 75, 17-27 (2011).
- 2) Truong, V.D. and Walter, W.M. Jr., Physical and sensory properties of sweetpotato puree texturized with cellulose derivatives. *J. Food Sci.*, **59**, 1175-1180 (1994).
 - 3) Manjunatha, S.S. and Gupta, D.K.D., Instrumental textural characteristics of restructured carrot cubes. *Int. J. Food Prop.*, **9**, 453-462 (2006).
 - 4) Marcotte, M. and Taherian, A.R., Physical properties of reconstituted carrot/alginate particles stable for aseptic processing. *J. Food Process Eng.*, **23**, 463-480 (2000).
 - 5) Morris, E.R., Nishinari, K. and Rinaudo, M., Gelation of gellan - A review. *Food Hydrocolloids*, **28**, 373-411 (2012).
 - 6) Nitta, Y., Ikeda, S. and Nishinari, K., The reinforcement of gellan gel network by the immersion into salt solution. *Int. J. Biol. Macromol.*, **38**, 145-147 (2006).
 - 7) Hossain, K.S. and Nishinari, K., Chain release behavior of gellan gels. *Prog. Colloid Polym. Sci.*, **136**, 177-186 (2009).
 - 8) 「食品成分表」, 第1版, 香川芳子監修, (女子栄養大学出版部, 東京), pp. 200-235 (2011).
 - 9) 宗像伸子, にんじん, 「一品料理 500選 治療食への展開」, 第2版, (医歯薬出版, 東京), pp. 193 (2010).
 - 10) 「調理のためのベーシックデータ」, 5訂増補, 松本伸子監修, (女子栄養大学出版部, 東京), pp. 38-125 (2009).
 - 11) Lawless, H.T., Rapacki, F., Horne, J. and Hayes, A., The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications. *Food Qual. Prefer.*, **14**, 319-325 (2003).
 - 12) 菓子総合技術センター, 「食品素材有効利用技術シリーズ No.4 グルコン酸カルシウム」, (菓子総合技術センター, 東京), p. 9 (1996).
- (平成24年10月8日受付, 平成25年4月30日受理)
-