

# タマリンド複合ゲルの調理特性と咀嚼嚥下食品への応用 (第2報)

千田 真規子\*, 永塚 規衣\*\*, 長尾 慶子\*\*

(平成20年9月30日受理)

## Cooking Properties of Compound Gels with Tamarind and Their Application to Foods for Elderly People with Swallowing Problems (Part 2)

SENDA, Makiko NAGATSUKA, Norie and NAGAO, Keiko

(Received on September 30, 2008)

キーワード：タマリンド，寒天，抹茶，ゲル化，官能評価，ラジカル捕捉能

Key words: Tamarind, Agar, Powdered tea, Gelation, Sensory evaluation, Antioxidative capacity

### 1. 緒言

近年の高齢社会に於いては簡便性と保存性を備えた高齢者用食品の開発が求められている。高齢者は、唾液量の低下、歯の欠損などを要因とする咀嚼・嚥下障害を引き起こし、誤嚥が起きやすくなる。また、食事も十分に摂取し難くなり、低栄養になりやすくなる。咀嚼し唾液と混ぜて適切な食塊を作ることが困難な場合は、寒天・ゼラチンなどを利用し、食塊状にしたゼリー状の嚥下食が推奨されている。しかし、寒天・ゼラチンゼリーには保存性が少なく、老人福祉施設や在宅介護の場において有用性がない。

我々は上記の問題点を改善するため、寒天とゼラチンにタマリンドを加えた複合ゲルの調理特性について検討している。我々は昨年度の研究紀要に於いてタマリンドを添加すると寒天ゼリーの物性や離水性の欠点を改善する効果があることを明らかにした<sup>1)</sup>。またタマリンド種子に多く含まれているキンログルカン<sup>1)</sup>は優れた健康機能性を持ち、タマリンドは冷凍・解凍耐性に優れていることから、寒天とゼラチンとの複合ゲルの保存性を検討し、タマリンドを加えることで明らかな冷凍・解凍耐性向上がみられることを報告した<sup>1)</sup>。引き続き今回は高齢者用嚥下食品としての適用性を検討するために、寒天・タマリンド複合ゼリーに砂糖、牛乳、抹茶などの副材料を添加した抹茶プリンを調製し、機器測定による力学特性と抗酸化性ならびに官能評価による嗜好性を検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験材料

- 1) グリロイド3S：大日本住友製薬(株)製(粘度500~800 cps, ゲル150 g/cm<sup>2</sup>以上, 冷水溶解型, 高純度品)
- 2) 寒天：粉末寒天, (株)北村商店製(原材料として天草・オゴノリ)
- 3) 砂糖：精白糖, 三井製糖(株)製
- 4) 牛乳：明治おいしい牛乳(生乳100%, 無脂乳固形分8.3%以上, 乳脂肪分3.5%以上, 殺菌方法130℃2秒間)
- 5) 抹茶：森半抹茶, 共栄製茶(株)製

#### 2.2 試料調製

##### 1) 寒天抹茶プリンの調製

材料配合：寒天0.3%, 砂糖7%, 牛乳45%, 抹茶1%

- ①寒天0.3gを200mlのガラス製ビーカーに秤量し、水15mlを加えスターラーで攪拌し、電熱器300Wで加熱、沸騰状態を1分間保持し、スターラーで攪拌した。寒天が溶けたら砂糖7gを加えて溶かした。
- ②牛乳を200mlのガラス製ビーカーに秤量し、電熱器300Wで加熱後、抹茶1gを加え、スターラーで攪拌して60℃を保持した。
- ③①の寒天液に②の抹茶入り牛乳をスターラーで攪拌しながら加えた。
- ④100gになるように水で調整した。
- ⑤内径40mm, 高さ15mmの高齢者用ステンレス製シャーレに④を20gずつ分注した。水分が蒸発しないように蓋をして、5℃の冷蔵庫で2時間冷却し、“普通冷却”ゲル試料とした。
- ⑥⑤と同様に分注し、2時間冷凍庫内で放置した後、5℃の冷蔵庫内で20時間緩慢解凍したゲルを“冷凍・解凍”

\* 調理学第3研究室

\*\* 調理科学研究室

ゲル試料とした。

2) タマリンド添加寒天抹茶プリンの調製

材料配合：寒天0.3%, 砂糖7%, 牛乳45%, 抹茶1%, タマリンド1%

- ①冷水40gを200mlのガラス製ビーカーに秤量し、スターラーで攪拌しながらタマリンド1gを少量ずつ加え、均一なゾルを調製した。
- ②①に1)③の寒天抹茶プリン溶液をスターラーで攪拌しながら加えた。
- ③全量が100gになるように水で調整した。
- ④内径40mm, 高さ15mmの高齢者用ステンレス製シャーレに③を20gずつ分注した。水分が蒸発しないように蓋をして、5℃の冷蔵庫で2時間冷却し、“タマリンド添加普通冷却”ゲル試料とした。
- ⑤④と同様に分注し、2時間冷凍庫内で放置した後、5℃の冷蔵庫内で20時間緩慢解凍したゲルを“タマリンド添加冷凍・解凍”ゲル試料とした。

3) 抗酸化測定用試料の調製

調製した上記各種プリンを凍結乾燥用ビーカーに入れ、-50℃の冷凍庫(三洋電機 BLASTFREEZER)で予備凍結後、2日間凍結乾燥機(YAMATO FreezeDryerDC800)で完全に乾燥させた。乾燥終了後直ちに、ミルサー(東芝 東芝ミキサー MX-L20GA)で粉碎し、各種粉末試料を得た。これら各種粉末試料を遠心分離機用試験管に0.5gずつ秤量し、超純水並びに85%エタノール溶液10mlを添加して、2500rpmで5分間遠心分離したものを各種プリンの水溶性並びに脂溶性成分抽出液試料とした。

2.3 表面色の測定

測色色差計(日本電色工業(株)製 ZE6000)を用いて表面色(L\*値, a\*値, b\*値)を測定し、各試料の表面色の指標とした。

2.4 破断測定

(株)山電製レオロメーター(IRE2-33005S)の自動解析装置を用いて、破断測定を行った。測定条件は、ロードセル20N, 測定歪率66.67%, プランジャー径20mm, 測定速度10mm/sとした。

2.5 化学発光(ケミルミネッセンス)法によるペルオキシラジカル捕捉能の測定<sup>2)~6)</sup>

装置はキッコーマン社製ルミテスターC-100を使用した。水中にある2,2'-アゾビス(2-アミジノプロパン)二塩酸塩(通称AAPH)試薬(40mM AAPH/0.1Mリン酸緩衝液, pH7.0)200μlに0.1Mリン酸緩衝液または各濃度の水溶性及び脂溶性成分抽出液200μlをルミチューブに入れてパラフィルムをし、ミキサー(TAITEC社製, S-100)で攪拌後、37℃で2分間恒温槽(EYELA社製, DIGI.THERMOPETNTT-1200)で加温処理した。加温後、ルミノール試薬200μlを加えてパラフィルムをして攪拌後、

ルミテスターで化学発光パターンを測定した。なお、ルミノール試薬は、0.11mMルミノール溶液400μlに、0.1Mホウ酸緩衝液0.9mlを加えて調製した。

コントロールとして0.1Mリン酸緩衝液を用いて2回連続して測定を行い、測定値が50000RLU以上であればルミテスター装置が安定していると判断して各試料の測定を行った。化学発光パターンの経時的なピーク値の変化より抗酸化能を評価した。すなわち原液→10%希釈液→1%希釈液→0.1%希釈液・・・と順次希釈液を測定していき、コントロールの発光値を半分にする値が1~0.1%にあった場合、さらに希釈の程度を0.75%→0.5%→0.25%として測定した。各希釈段階で2回ずつ測定し平均を用いた。コントロールとしての0.1Mリン酸緩衝液の発光ピーク値を1/2にする各種プリンの水溶性及び脂溶性成分抽出液のパーセント濃度をIC<sub>50</sub>値と定義した。

IC<sub>50</sub>値は下記の(1)式より計算した。

$$\text{Log}(I_0/I) \times 100 = 30.103 \dots\dots\dots(1)$$

ただし、この場合のI<sub>0</sub>及びIは次のように定義される。

I<sub>0</sub>: リン酸緩衝液の発光値

I: 各種プリンの水溶性及び脂溶性成分抽出液の発光値

これを満たす時の上記Iの各種プリンの水溶性及び脂溶性成分抽出液濃度がIC<sub>50</sub>値(%)であり、この数値が小さいほど抗酸化能が強いことを示す。なお、(1)式のLog(I<sub>0</sub>/I)×100は抗酸化値と呼ぶ。図1は一例として抹茶プリンの水溶性成分抽出液の場合を示したものであり、この試料のIC<sub>50</sub>値は0.065%であることを示している。

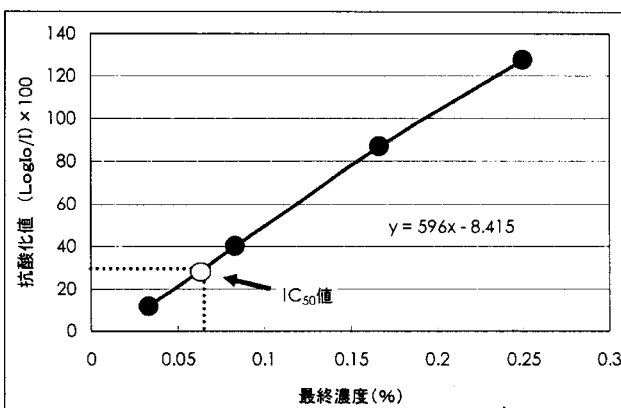


図1 各種プリンの水溶性及び脂溶性成分抽出液の最終濃度と抗酸化値との関係

2.6 官能評価

上記で調製した2種の抹茶プリンを試料として評点法により、やわらかさ、べたつき感、飲み込みやすさ、香り、色、総合評価の項目について、5段階で官能評価した。パネルは調理科学研究室員16名、20~60代女性である。官能評価用紙を図2に示した。

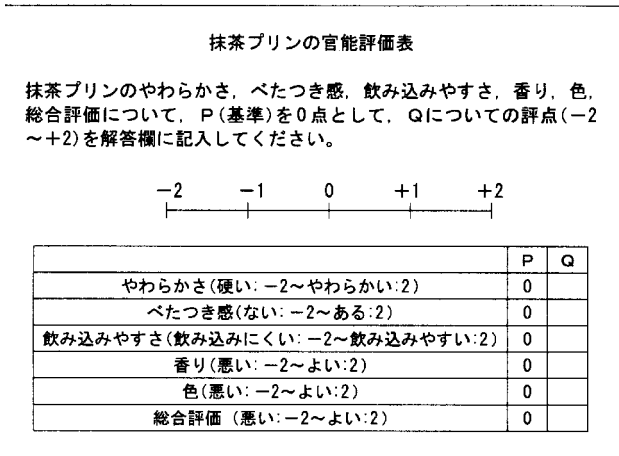


図2 官能評価用紙

3. 結果及び考察

3.1 タマリンド添加が寒天抹茶プリンの色に及ぼす影響  
結果を表1に示した。

	L*値	a*値	b*値
寒天抹茶プリン	60.03	-11.21	24.96
タマリンド添加寒天抹茶プリン	51.74	-11.36	30.01

表1 タマリンド添加が寒天抹茶プリンの色に及ぼす影響

タマリンド添加寒天抹茶プリンのほうが、見た目でも色が濃いですが、表1より、L\*値が低くb\*値が高いことにより、緑色が濃いことが認められた。

3.2 タマリンド添加が寒天抹茶プリンの物性に及ぼす影響

第1報において、タマリンドの添加は寒天のゲル化を阻害し、ゲルの性状を軟らかくし、融解温度が上昇して溶けこくくなることを報告した<sup>1)</sup>。また、冷凍後、解凍しても寒天単独ゼリーのように離漿しにくいという結果が得られ、保存性が高いことを明らかにした<sup>1)</sup>。

高齢者用食品の判定基準<sup>7)</sup>によると、咀嚼困難者が適する食品の硬さ基準は、 $5 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ 以下とされている。

	寒天抹茶プリン		タマリンド添加寒天抹茶プリン	
	普通冷却	冷凍・解凍	普通冷却	冷凍・解凍
破断応力( $\times 10^4 \text{ N/m}^2$ )	1.11 $\pm$ 0.36	—	0.88 $\pm$ 0.15	0.15 $\pm$ 0.02

※ -: 離漿しており、プリンとしては適さない。

表2 タマリンド添加が抹茶プリンの物性に及ぼす影響

今回の実験結果表2より判断すると、常法で調製した“普通冷却”の寒天抹茶プリン、タマリンド添加寒天抹茶プリンともに厚生労働省より規定された許可基準<sup>7)</sup>に適合する硬さであることが認められた。“冷凍・解凍”プリンの場合は、寒天抹茶プリンは離漿しており、力学的測定も困難でプリンとしては適さないが、タマリンド添加寒天抹茶プリンは、咀嚼嚥下困難者用許可基準を満たしており保存性が期待できることが示唆された。

3.3 タマリンド添加による抹茶プリンの官能評価結果  
結果を図3に示した。

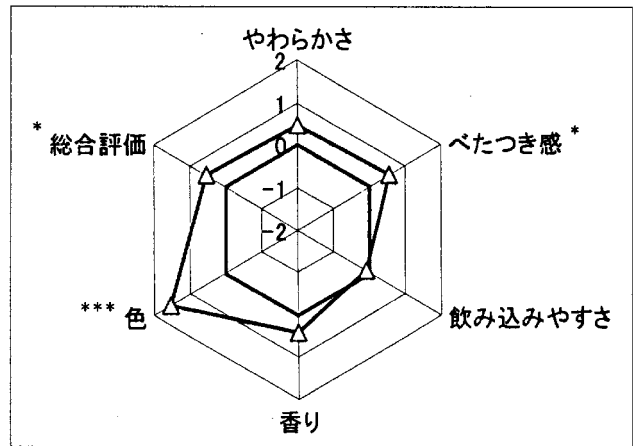


図3 抹茶プリンの官能評価

— 寒天抹茶プリン(対照)    ▲ タマリンド添加寒天抹茶プリン  
n=16, \*\*\*p<0.01, \*p<0.05

タマリンド無添加の寒天抹茶プリンを対照にして図2の官能評価用紙に基づき2種のプリンを官能評価してもらった結果、タマリンド添加の方がべたつき感の項目において2試料間に有意な差が見られ、色に関しては1%の危険率で有意に良いという評価が得られた。

総合評価においてもタマリンド添加の方が5%危険率で有意に良いという結果が得られ、抹茶プリンとしての付加価値が高まることが示唆された。

3.4 抹茶プリンの抗酸化性

抹茶は高い抗酸化性を有する<sup>8)</sup>ことが知られている。抹茶無添加の牛乳のみの寒天プリンと比較し、抗酸化性について測定した結果を図4に示した。IC<sub>50</sub>値が小さいほどラジカル補捉活性が高い。

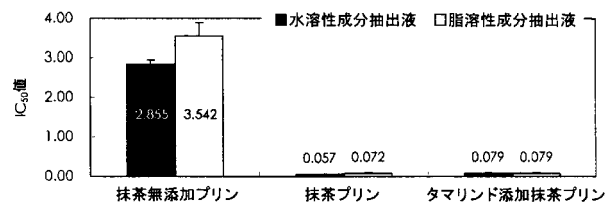


図4 抹茶及びタマリンド添加がプリンのラジカル補捉活性に及ぼす影響

ラジカルの発生が抑制されていることを示している。牛乳のみの寒天プリンと比較して寒天抹茶プリンは、高い抗酸化性を示した。タマリンド添加寒天抹茶プリンも高い抗酸化性を示したが、寒天抹茶プリンとの差は本研究では見られなかった。これは抹茶そのものの高い抗酸化性が表面に現れたためと推測された。今後タマリンドのみの抗酸化性も測定する必要があると考えられる。

以上の結果から、タマリンド添加寒天抹茶プリンは嗜好性と保存性の面だけではなく、健康機能面からも咀嚼嚥下食品として役立つことが示唆された。

#### 4. 要 約

老人福祉施設や在宅介護において簡便性と保存性を兼ね備えた高齢者食や、嚥下食として利用可能な製品の開発を目的として、タマリンドを添加した寒天抹茶プリンの有用性を検討した。その結果、タマリンドを添加した寒天抹茶プリンは、タマリンド無添加の寒天抹茶プリンに比べて冷凍・解凍耐性に優れ、機器測定並びに官能評価からも総合的に判断して有用な製品であると考えられる。

#### 謝 辞

本研究を行うにあたり、実験試料のタマリンドを提供して頂いた大日本住友製薬(株)の白川真由美氏、大和谷和彦氏に厚く御礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 千田真規子, 永塚規衣, 小松原陽子, 長尾慶子: タマリンド複合ゲルの調理特性と咀嚼嚥下食品への応用(第1報), 東京家政大学研究紀要, **48**, 7-12 (2008)
- 2) Harada,K., Ando,M., Kitao,S., Sakamoto,Y., Kobayashi, M., and Tamura,Y., Measurement of antioxidative capacity of fish sauce using chemiluminescence method, *Fish. Sci.*, **68**(Suppl. 2), 1437-1440 (2002).
- 3) Harada,K., Okano,C., Kadoguchi,H., Okubo,Y., Ando,M., Kitao,S., and Tamura,Y., Peroxyl radical scavenging capability of fish sauces measured by the chemiluminescence method, *Int. J. Mol. Med.*, **12**, 621-625 (2003).
- 4) Ando,M., Harada,K., Kitao,S., Kobayashi,M., and Tamura,Y., Relationship between peroxyl radical scavenging capability measured by the chemiluminescence method and an aminocarbonyl reaction product in soy sauce, *Int. J. Mol. Med.*, **12**, 923-928 (2003).
- 5) Harada,K., Ando,M., Kitao,S., Okano,C., and Tamura, Y., Changes in antioxidative capacity by the chemiluminescence method and K value as freshness indicator of squids captured from Senzaki fishing seaport in Yamaguchi Prefecture, *J. Integr. Stud. Diet. Habits*, **15**, 92-97 (2004).
- 6) 永塚規衣, 原田和樹, 長尾慶子: 化学発光(ケミルミネッセンス)法を用いた魚類の未利用部位調製“煮こごり”のラジカル捕捉活性, 東京家政大学生生活科学所研究報告, **31**, 75-80 (2008).
- 7) 栄養調理関係法規研究会編: 栄養調理六法, 新日本法規出版(株), 愛知, pp618-619 (2007).
- 8) 安藤真美, 原田和樹, 田村良行: 茶の機能性 I ケミルミネッセンス法による中国茶浸出液の抗酸化能測定, 食品工業, **45**, 39-49 (2002).

#### Abstract

In order to develop foods which have convenience and preservability for persons of advanced age and persons with dysphagia, we studied the mechanical properties and the antioxidative capacities of powdered tea pudding with tamarind. The result was that the mechanical properties of the powdered tea pudding with tamarind conformed to the standard set by Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan for the elderly people with swallowing problems. In addition, the powdered tea pudding with tamarind formed a durable gel against freezing and defrosting. It had a high peroxyl radical scavenging capability as the antioxidative capacity. From the data of the measured mechanical properties and sensory evaluation, we consider powdered tea pudding with tamarind is good for persons of advanced age and persons with dysphagia.