

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)

千田 真規子*, 永塚 規衣**, 小松原 陽子**, 長尾 慶子**

(平成19年10月4日受理)

Cooking Properties of Compound Gels with Tamarind and their application to foods for the elderly people with swallowing problems

SENDA, Makiko NAGATSUKA, Norie KOMATSUBARA, Yoko and NAGAO, Keiko

(Received on October 4, 2007)

キーワード：タマリンド，ゼラチン，寒天，ゲル化，官能評価

Key words : Tamarind, Gelatin, Agar, Gelation, Sensory evaluation

緒言

日本人の平均寿命が高まる中，高齢者の人口は増加する一方である．高齢化に伴い，唾液量の低下，歯の欠損などを要因とする嚥下困難を引き起こし，誤嚥も起き易くなる．また食べる行為の不都合によって，栄養障害になりやすい．

嚥下障害のあるときに避けたほうが望ましい食品のテクスチャーとしては，さらさらと咽頭に流れ込んでしまう食物や口腔内での咀嚼が不十分なままに咽頭に入り込んでしまう食物である．嚥下困難のために，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，あらかじめ食塊状になっているものを提供することによって飲み込みやすい条件が整う．嚥下食としてゼリーが推奨される理由である．

本実験材料として取り上げたタマリンド種子は，インド，東南アジアで栽培され，増粘安定剤・でん粉の改良剤・水菓安定剤・ゲル化剤として利用されている^{1)~3)}．またタマリンド種子に多く含まれているキシログルカンは，コレステロール低下作用，血糖値低下作用，肥満防止，環境ホルモンの蓄積防止，排泄促進効果，抗酸化作用等が報告されている^{1), 5)~10)}．高齢者特に嚥下・咀嚼困難者は，運動不足，食物繊維の不足による便秘にな

りやすいが，タマリンド種子の摂取はこれらの健康機能改善に役立つことが期待できる．またタマリンドゲルの特性として高い冷凍・解凍耐性が報告されている^{1)~3)}ことから，嚥下食を必要とする老人福祉施設や在宅介護の場において，簡便性と保存性を備えた高齢者用食品としての有用性が期待できる．

我々は，タマリンドの上記特性を活かし，ゼラチンゼリーや寒天ゼリーの調理上の問題点を改善する目的で，ゼラチン並びに寒天との複合ゲルの物性測定や官能評価を行い，嚥下食品への応用を検討している．ここでは寒天ゼリーとの複合ゼリーについての結果について報告する．

実験方法

1. 実験材料
(1) グリロイド3S：大日本製薬(株)製(粘度500~800 cps, ゲル150 g/cm³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, 日新製糖(株)NK製(原材料として原料糖)
(4) 牛乳：那須山麓牛乳(生乳100%, 無脂乳固形分8.3%, 乳脂肪分3.6%, 殺菌方法130°C2秒)
2. 試料の調製
各試料は，仕上がりを100gとして調製方法を記述し

* 調理学第3研究室

** 調理科学研究室

ている。

(1) タマリンドゲルの調製

タマリンドの濃度は1%として以下のように行った。

- ① タマリンドを100 mlのガラス製ビーカーに秤量し、50 wt.%の砂糖も秤量しておき、タマリンドと均一にすり混ぜる。水40 wt.%を加え、スターラーで攪拌し均一なゾルを調整する。
- ② 沸騰状態を維持しながら5分間加熱する。水分蒸発を防ぐためアルミホイルで蓋をする。水で100 gに調整する。
- ③ ②をガラスシャーレーに10 gずつ分注し、水分が蒸発しないように蓋をして、5°Cの冷蔵庫で2時間放置したゲルを“普通冷却ゲル”試料とする。
- ④ ③と同様に分注し、2時間冷凍庫内で放置した後、5°Cの冷蔵庫内で20時間緩慢解凍したゲルを“冷凍・解凍ゲル”試料とする。

(2) 寒天ゲルの調製

寒天濃度を0.3 wt.%とし以下のように調製した。

- ① 寒天0.3 wt.%を100 mlビーカーに秤量し、水90 gを入れる。スターラーで定速攪拌し均一にする。
- ② ①を電熱器で加熱し、沸騰状態を1分間維持する。スターラーで均一になるように攪拌し、全量を100 gになるように水で調整する。
- ③ ②をガラスシャーレーに10 gずつ分注し、水分が蒸発しないように蓋をして、5°Cの冷蔵庫で2時間冷却放置し、試料ゲルとする。

(3) 寒天とタマリンドの複合ゲルの調製

- 1) 寒天ゲル(濃度0.3 wt.%)を以下のように調製した。
 - ① 寒天0.3 wt.%を100 mlビーカーに秤量し、水を40 g入れる。寒天が均一になるようにスターラーで定速攪拌する。
 - ② 電熱器で加熱し、沸騰状態を1分間保持する。スターラーで攪拌し、全量が50 gになるように水で調整する。
- 2) タマリンド(0.5~2 wt.%)ゾルを以下のように調製した。
 - ① 100 mlビーカーに水を50 g入れ、スターラーで攪拌しておく。
 - ② タマリンド0.5~2 wt.%を薬包紙に秤量し、攪拌している水に少量ずつ加えていく。均一になったら、全量を50 gに水で調整する。
- 3) 複合ゲルを調整する。

- ① 1)の0.3 wt.%寒天ゾル50 gと2)のタマリンド0.5~2 wt.%各調整ゾル50 gを合わせ、スターラーで均一になるように定速攪拌し、全量が100 gになるように水で調整する。

- ② ①をガラスシャーレーに10 gずつ分注し、水分が蒸発しないように蓋をして、5°Cの冷蔵庫で2時間冷却し、試料ゲルとする。

3. 測定機器

(株)山電製レオロメーター(IRE 2-33005 S)の自動解析装置を用いて、破断・テクスチャー測定を行った。測定条件は、ロードセル20 N、測定歪率80%、プランジャー径8 mm、測定速度5 mm/sec、試料直径32 mmとした。

4. 実験方法

(1) タマリンドゲルの冷凍・解凍耐性の測定

普通冷却ゲルと冷凍・解凍ゲルとの比較を行なう。

タマリンド1 wt.%, 1.5 wt.%にそれぞれ50 wt.%の砂糖を添加した試料を調製し、2時間冷蔵庫で放置した普通冷却ゲルと、2時間冷凍庫で冷凍した後20時間緩慢に冷蔵庫内で解凍したゲルを冷凍・解凍ゲルとし、それぞれのゲルのテクスチャー測定を行った。

(2) 寒天・タマリンド複合ゲルのテクスチャー測定

寒天0.3 wt.%とタマリンド0.5 wt.%, 1 wt.%, 1.5 wt.%および2 wt.%を加えて調製した、寒天・タマリンド各複合ゲルのテクスチャー測定を行った。

(3) タマリンド添加が寒天ゲルの凝固・融解温度におよぼす影響

(2)と同様に試料調製し、各試料ゾル・ゲルの凝固・融解温度を測定した。試料は内径1.2 cmの目盛り付試験管に10 mlずつ入れて、試験管傾斜法¹¹⁾で行った。

凝固温度は、5°Cに保った氷水中に温度計と試料を入れた試験管をつけ、ゾルが流れなくなった時点の温度を測定した。

融解温度は、上記ゲル化した試料を10分間放置して、表面にガラス球をのせ、水の入ったビーカーを徐々に加熱していき、ゲルが溶けてガラス球が落下する時点の温度を読み取った。

(4) タマリンド添加量が寒天ゲルの離水量に及ぼす影響

以下のような濾紙法により10分ごとに60分まで離水量(wt.%)を計測した。

- ① 濾紙と小皿の重量を測り、小皿に濾紙を敷く。

- ② 試料をガラスシャーレーから取り出し、各時間の濾紙の重量を測定する。

③水分の蒸発を防ぐため、器をかぶせ、24時間後の重量を測定した。

(4)タマリンド・寒天複合ゲルの冷凍・解凍耐性の測定
寒天0.3wt.%, タマリンド1.5wt.%の複合ゲルを調製し、普通冷却ゲルと冷凍・解凍ゲルとの力学特性および離水量を比較した。

(5)タマリンド・寒天複合嚥下ゼリーの調製及び官能評価

1) 胡麻プリンの調製

以下のような材料配合で寒天のみのゴマプリンとタマリンドと寒天との複合ゴマプリンを①～⑦の方法で調製し、製品の力学試験と嗜好性を検討した。

ゴマプリンの材料配合

・<寒天ゴマゼリー>: 寒天0.3g, 砂糖10g, 牛乳60g, すり胡麻2g

・<タマリンド・寒天混合ゴマゼリー>: 寒天0.3g, 砂糖10g, 牛乳60g, すり胡麻2g, タマリンド1.5g

<作り方>

- ①寒天0.3g, 砂糖10g, 水20gをスターラーで定速攪拌する。
- ②胡麻は30秒ごとに冷却のため10秒間隔をあげ、3分ミルミキサーにかけたものを①に入れる。
- ③沸騰状態を1分間保持し、加熱する。
- ④牛乳を湯煎で60℃10分保持し、スターラーで攪拌しながら③に入れる。全量が100gになるように水で調整する。
- ⑤①の寒天液にタマリンドと砂糖をすり混ぜて入れてから④と同様にし、複合液を調製する。

⑥シャーレーに10gずつ分注、冷却し、試料ゲルを調製する。

結果及び考察

(1)タマリンドの添加濃度並びに冷凍・解凍処理の方法がゲルの力学特性におよぼす影響

添加されたタマリンドの量による力学特性の比較を図1に示す。普通冷却ゲル, 冷凍・解凍ゲルともに, タマリンド1wt.%添加ゲルよりも1.5wt.%添加ゲル試料の圧縮応力が有意に大となった。普通冷却ゲルの付着性もタマリンドの添加量につれて増大した。一方, 冷凍・解凍ゲルの付着性は, 添加するタマリンド量に関係なく, 室温冷却ゲルよりも有意に小であった。

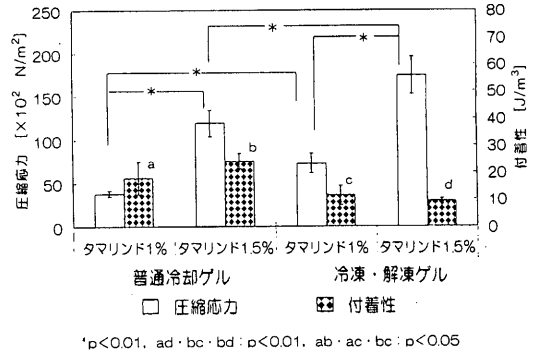


図1. 寒天・タマリンド複合ゲルの「普通冷却ゲル」と「冷凍・解凍ゲル」の圧縮応力並びに付着性の比較
以上, ゲル中のタマリンド添加濃度が高くなることにより, 冷凍・解凍試料の圧縮応力, 凝集性は上昇し, 付着性が低下することが明らかとなった。

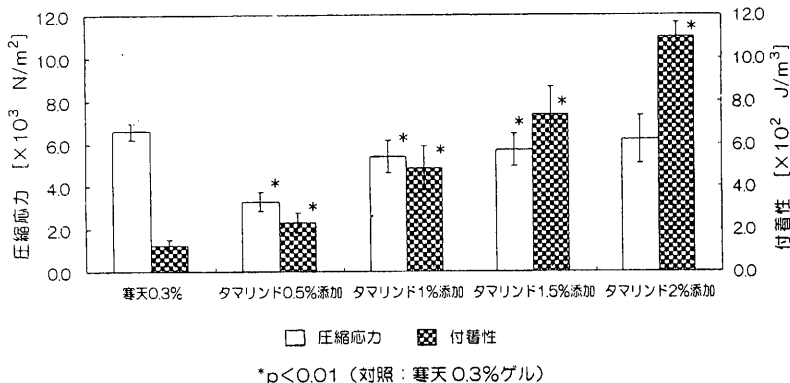


図2. 寒天・タマリンド複合ゲルのゲル特性

また、冷凍・解凍ゲル試料を普通冷却ゲルの力学特性と比較すると、タマリンド1wt.%試料では圧縮応力に大きな違いはみられないが、1.5wt.%添加試料では普通冷却ゲルの約2倍の硬いゲルとなった。付着性においては、タマリンド1wt.%ならびに1.5wt.%添加試料ともに、普通冷却ゲルの約1/2値となった。

(2)寒天・タマリンド複合ゲルの力学特性

寒天単独ゲルとの比較を図2に示した。寒天単独ゲルの圧縮応力がタマリンドを添加したゲルに比べて最も大であった。すなわちタマリンドを添加することで圧縮応力は小さくなったが、タマリンドの添加濃度に比例して増大していき、タマリンド添加2wt.%において寒天単独のゲルに近い数値を示した。付着性も同様な傾向であった。

これらの結果より、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柔らかくするが、タマリンドの添加濃度の増加につれてゾルの粘度が増していき、圧縮応力、凝集性、付着性ともに寒天単独(0.3wt.%)ゲルの力学物性に近くなることが観察された。

(3)タマリンド・寒天複合ゲルの凝固・融解温度の変化

タマリンドの添加濃度0.5~1wt.%までは寒天単独ゲルよりもゲル化温度(凝固温度)が低下し、ゲル化が遅れていることが推察された。添加量が増すにしたがい、ゲル化温度(凝固温度)が上昇した(表1)。一方、ゲルの融解温度は、タマリンドを添加することで寒天単独よりも融解温度が上昇し、しかも添加量増加に応じてより安定化した溶けにくいゲルになることが観察された。この現象は、先述(2)の粘度の増加に連動して起こるものと考えられた。

表1. タマリンド添加濃度が寒天ゲルの凝固・融解温度に及ぼす影響

	凝固温度(℃)	融解温度(℃)	
寒天0.3%のみ	19.8	54.0	
タマリンド	0.5%添加	15.8	56.4
	1%添加	18.7	56.7
	1.5%添加	22.7	57.6
	2%添加	24.1	61.1

(4)タマリンド添加が寒天ゲルの離水量(wt.%)に及ぼす影響

図3に結果を示した。タマリンドを添加することで、そして添加量が増すほどに著しい離水(離漿)抑制効果が認められた。このことは、タマリンド自身の特性である保水性^{1)~3)}が大きく関わっていることを立証するものである。

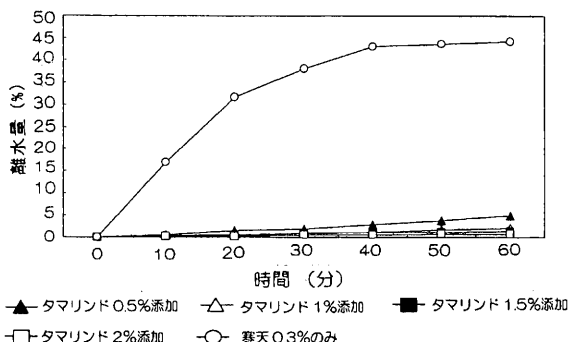
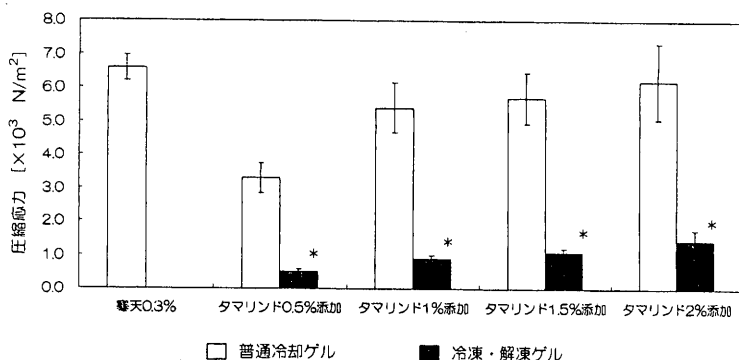


図3. タマリンド添加が寒天複合ゲルの離水量に及ぼす影響

(5)タマリンドを添加した寒天ゲルの冷凍・解凍耐性

図4は普通冷却ゲルと冷凍・解凍ゲルの圧縮応力を比



※寒天0.3%の冷凍・解凍ゲルは離水が多く、他の試料と比較不能。*p<0.01(対照:普通冷却ゲル)

図4. タマリンドを添加した寒天ゲルの冷凍・解凍耐性「普通冷却ゲル」と「冷凍・解凍ゲル」における圧縮応力の比較

較したものである。冷凍し低温で解凍させたゲルは、普通冷却ゲルに比べて有意に圧縮応力が小さく(普通冷却ゲルの約17%)軟らかいゲルとなった。また寒天単独ゲルを冷凍後低温解凍したものは離水が大で力学特性が測定不能となり、ゲル食品としては不適であると判断された。

(6)タマリンド添加・嚥下用ゼリー食品の試作と官能評価

一般に、寒天から調製したゼリー食品は口腔内ではばらけて飲み込みにくく、放置する間の離水が多いため、食事に時間を要する嚥下困難者には不適な食材であるとされている。そこで、このような寒天の欠点を補うために、保水性の大であるタマリンドを添加して、離水の少ないゲルにし、保水性により口腔内でも均一の濃度に保つことができると考えた。予備実験と検討を重ねながら試作食品を調製した。その一つが和風の胡麻プリンである。高齢者用食品の測定基準¹²⁾によると、咀嚼困難者に適する食品の硬さ基準は $5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 以下とされている。我々が試作したゴマプリンの破断試験(図5)では、寒天0.3%単独ゴマプリンならびにタマリンド0.5~2%添加ゴマプリンともに厚生労働省許可基準¹²⁾に適合する硬さであることが認められた。

次に、ゴマプリンの嗜好性をみるために、官能検査を実施した。図6に官能検査の項目を示したが、この食品を食べたいかどうかを聞く9段階の嗜好意欲テストを実施した。なおパネルは調理科学研究室員25名、20~60代女子である。嗜好意欲テストの結果を図7に示したが、最も好きな食品に入るからいつも食べたい、機会があれば

● 試料を食べた感想として、適当と思うものを以下から選んで番号に○をつけてください。

- 9: 最も好きな食品に入る。
- 8: いつも食べたい。
- 7: 機会があればいつも食べたい。
- 6: 好きだから時々食べたい。
- 5: 時には好きだと思うこともある。
- 4: たまたま手に入れば食べてみる。
- 3: ほかに何も無い時に食べる。
- 2: もし強制されれば食べる。
- 1: おそらく食べる気にならない。

図6. 官能検査質問用紙

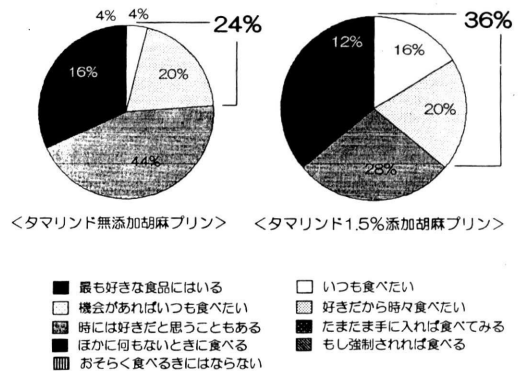
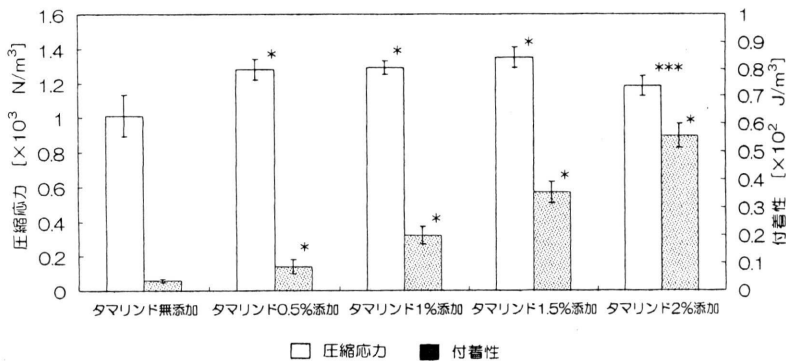


図7. 官能評価(嗜好意欲尺度)

ばいつも食べたいまでの嗜好意欲の高いグループが、タマリンド添加ゴマプリンでは36%、好きだから時々食べたいと答えた者を入れると64%にもなり、初めての試作食品としては良い結果を得たようである。今後さらなる工夫をすることで商品としての付加価値が高まることが期待できる。



* $p < 0.01$, *** $p < 0.005$ (対照: タマリンド無添加)

図5. 嚥下用ゼリー食品の提案 —試作胡麻プリンの力学特性—

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お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山田裕之：キシログルカンの応用(その機能と開発利用), *Cellul Commun*, 8, 30-33 (2001)
- 2) 白川真由美, 大和谷和彦: *FFI JOURNAL*, 208, 922-928 (2003)
- 3) 宮野利朗: 多糖類の最新応用技術 タマリンドシードガムの新たな展開, 22, 24-29 (2006)
- 4) 宮野利朗: タマリンドシードガムの機能と利用, *日本食品新素材研究会誌*, 4, 35-38 (2001)
- 5) 関谷啓治: 多糖類の新応用展開 タマリンド種子多糖類の利用展開, *月刊フードケミカル*, 11, 80-87 (1995)
- 6) 津田孝範: 豆類由来の新しい機能性成分の解明とその応用, *日食科工*, 46, 621-626 (1999)
- 7) LUENGTHANAPHOL S, MONGKHOLKHA-JORN SILP D, DOUGLAS S, PENG SOPA L-I, PONGAMP HAI S, DOUGLAS P L, Extraction of antioxidants from sweet Thai tamarind seed coat-preliminary experiments, *J Food Eng*, 63, 247-252 (2004)
- 8) 梶原莞爾: キシログルカン 新しい食感, *New Food Ind*, 44, 33-36 (2002)
- 9) YAMATOYA K, SHIRAKAWA M, KUWANO K, SUZUKI J, MITAMURA T, *Food Hydrocolloids*, 10, 369-372 (1996)
- 10) 津田孝範, 大島克己, 深谷吉則, 山本明, 川岸舜朗, 大沢俊彦: タマリンド種皮抽出物の抗酸化性, 42, 430-435 (1995)
- 11) 河村フジ子: 系統的調理学, 家政教育社, pp200 (2004)
- 12) 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)

Abstract

In order to clarify the cooking properties of agar gels with tamarind (0.5%, 1.0%, 1.5% or 2.0%), the rheological properties were examined by a rheometer and a sensory evaluation was conducted employing 25 faculty members and students of the Laboratory of Cookery Science, Tokyo Kasei University. The rheological properties of agar gels with tamarind conformed to the standard set by the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan for the elderly people with swallowing problems. In addition, it was found that syneresis of agar gels with tamarind was a little with increasing amount of tamarind. Though an agar gel was able to be frozen, the agar gel with tamarind formed a weak gel after freezing and the decompression. From the data of the sensory evaluation, compound jelly with 1.5% tamarind added was more preferred than that with non added.