

寒天ゲルのテクスチャーとその評価

三 浦 芳 助

(2000年10月3日 受理)

Evaluation of Textural Properties of Agar Gel

Yoshisuke MIURA

Abstract

A comparison test of the characteristics of texture of each gel, using agars for Japanese-style confections, general foods and culture, based on the instrumental measurement and the organoleptic evaluation was made, and obtained the following results.

- 1) The agars to be used for culture and general foods formed a tough gel rich in elasticity. The agar to be used for Japanese-style confections was characteristic of flexible and soft sense of touch.
- 2) The texture of the agar gel, with the addition of sucrose, became harder and more tough. The agar to be used for the general foods was influenced more by the addition of sucrose than the agar for Japanese-style confections.
- 3) The difference of the texture between the agar gel for Japanese-style confections and that for the general foods was discerned organoleptically. The hardness, cohesiveness and gumminess of the agar gel showed a positive correlation in the results of organoleptic evaluation and of instrumental measurement.

緒 言

寒天は、テングサやオゴノリなど紅藻類の細胞壁成分を熱水抽出し、冷却してゲル化させた後、凍結脱水あるいは圧搾脱水して水分を除き、乾燥して得られる。従来は、冬季の寒冷を利用して製造（天然寒天）されていたが、現在では工業規模で冷却機、圧搾機、乾燥機などを利用して製造する“工業寒天”が主流となっている^{1,2)}。

寒天は、そのゲル形成性を利用して、ゼリー、ようかん、みつめ、乳製品、佃煮など食品加工用に使用されるほか、微生物用の培地など医薬用、工業用など多方面に用いられている。したがって、寒天製造企業は、原料海藻の選択や配合および製造条件（特に、抽出条件）を変え

ることによって、利用目的に応じた多様な製品開発を行っている³⁾。

寒天に関する研究は、基礎および応用面から広範になされているが、用途別寒天ゲルの特性の差異についての報告は少ないようである。そこで、本報では、和菓子用、一般食品用（佃煮・魚介畜肉缶詰用など）および培養用寒天を用いて、それぞれのゲルのテクスチャーの特性を機器測定と官能評価により比較検討した。

実験方法

1 供試寒天と寒天ゲルの調製

寒天は、いずれも伊那食品工業株式会社製の粉末寒天を用いた。和菓子用寒天（製品番号：ZR）は、練りようかん、水ようかん、和風ゼリーを主な用途としており、主原料はテングサである。一般食品用寒天（製品番号：S-7）は、佃煮、コンビーフ、魚介畜肉缶詰、ゼリービーンズなどに利用され、主原料はオゴノリである。培養用寒天（製品番号：TC-7）は、純度が高く、熱水溶解性に優れ、透明度の高いゲルを形成する特徴を有している。

寒天ゲルの調製は、渡瀬らの方法⁴⁾に準じ、図1に示した方法で行った。寒天粉末に蒸留水を加え、一昼夜膨潤させた後、湯浴中で加熱溶解した。脱気した後、連続分注器で40 mlずつプラスチック容器（内径4.9 cm、高さ3.0 cm）に注入し、5℃でゲル化させ試料とした。寒天濃度は、実際の使用濃度を想定して、2%（w/w）以内の4種類とし、常圧加熱乾燥法により測定

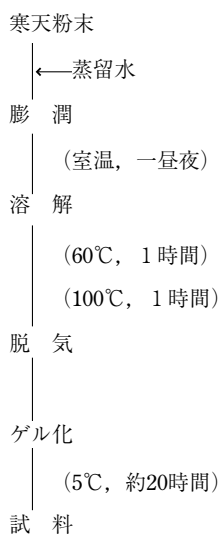


図1 寒天ゲルの調製方法

した。糖添加ゲルの調製には、シヨ糖（試薬特級，片山化学工業株式会社製）を用いた。

2 寒天ゲルのテクスチャーの機器測定

テクスチャーの機器測定には，テンシプレッサー（タケトモ電機製，TTP-50BX）を使用した。5℃で貯蔵した寒天ゲルの入ったプラスチック容器を，テンシプレッサーのプラットホームに置き，ゲルの中央部を直径0.5 cmのステンレススチール製のプランジヤーで，圧縮速度0.2 cm/sec，クリアランス1.0 cmで2バイト測定⁵⁾を行った。得られた応力変化曲線より，図2に示した定義にしたがって，硬さ・凝集性・弾理性・ガム性の4つのパラメーターを数値化し

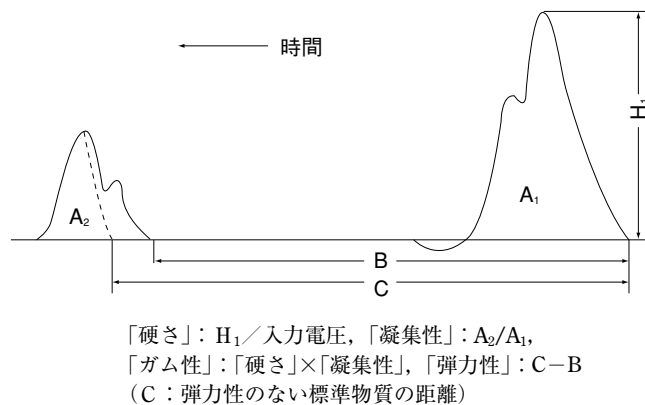


図2 2バイト圧縮試験によって得られる応力変化曲線と各種パラメーターの解析法

表1 寒天ゲルのテクスチャーに関する官能検査用紙

2種類（A，B）の寒天ゲルを比較して下さい。		
(1) 「硬さ」に違いはありますか。	Yes	No
Yesと答えた人→		
どちらがより硬いですか。	A	B
(2) 「水っぽさ」に違いはありますか。	Yes	No
Yesと答えた人→		
どちらがより水っぽいですか。	A	B
(3) 「もろさ」に違いはありますか。	Yes	No
Yesと答えた人→		
どちらがよりもろいですか。	A	B
(4) 「弾理性」に違いはありますか。	Yes	No
Yesと答えた人→		
どちらがより弾理性がありますか。	A	B

た。測定は各試料3回以上行い、その平均値を算出した。

3 寒天ゲルのテクスチャーの官能評価

寒天ゲルの官能評価は、機器測定と同様に約5℃のゲルについて表1に示した検査用紙を用いて行った。パネルは、広島女学院大学食物栄養専攻の学生とした。

実験結果および考察

1 寒天ゲルのテクスチャーの機器測定

3種類の寒天ゲルのテクスチャーの測定結果を、図3～6に示した。寒天ゲルの硬さは、いわゆるゼリー強度^{1,6)}に相当するパラメーターであり、ゲルを変形させるために必要な力を表している。図3にみられるように、いずれの寒天ゲルも、寒天濃度の増加とともに硬さは増大した。また、和菓子用の寒天が、いずれの濃度においても、最も硬さが小さいことがわかった。図4に示した凝集性は、ゲルを構成する内部的結合力を表しており、値が大きいほど、内部結合

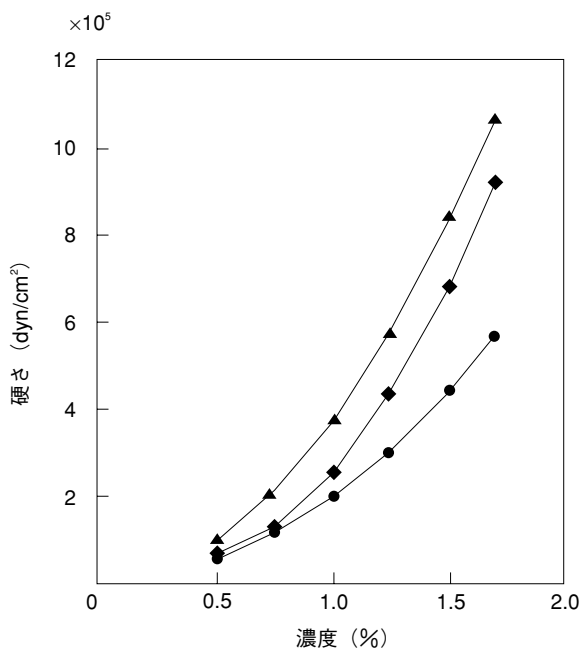


図3 寒天ゲルの「硬さ」に及ぼす寒天濃度の影響
◆：一般食品用，●：和菓子用，▲：培養用

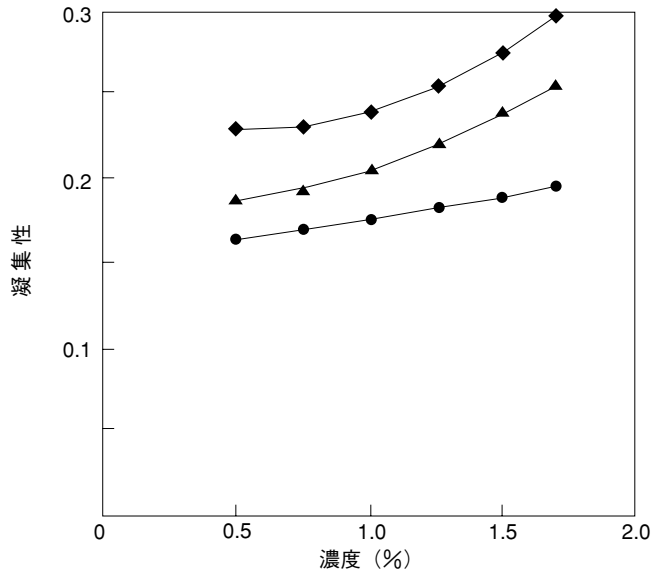


図4 寒天ゲルの「凝集性」に及ぼす寒天濃度の影響
◆：一般食品用，●：和菓子用，▲：培養用

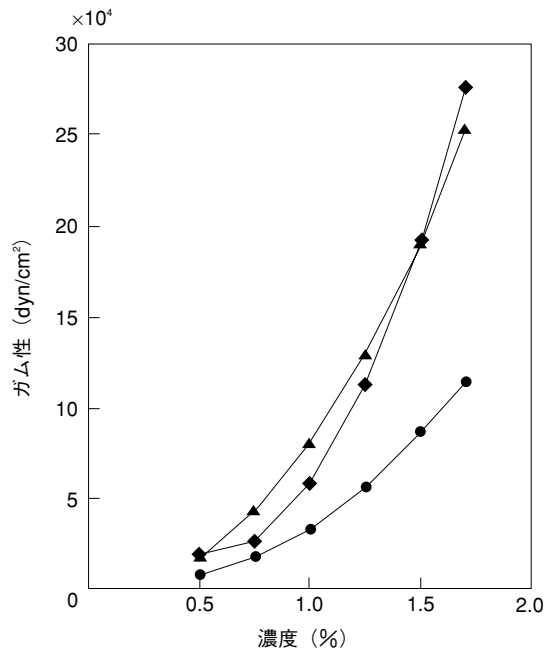


図5 寒天ゲルの「ガム性」に及ぼす寒天濃度の影響
◆：一般食品用，●：和菓子用，▲：培養用

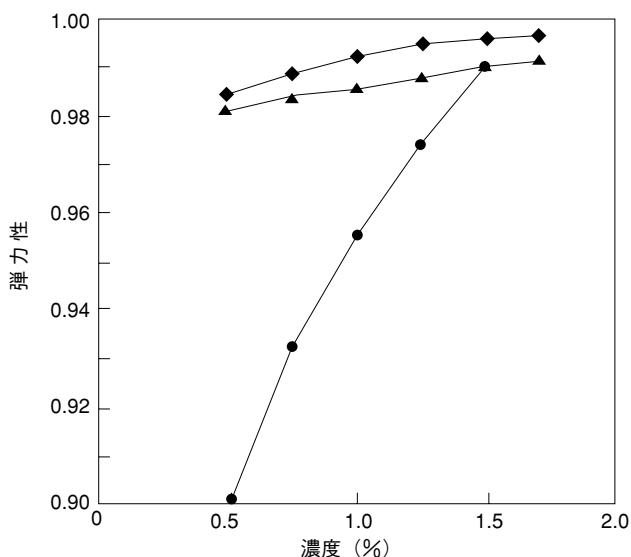


図6 寒天ゲルの「弾力性」に及ぼす寒天濃度の影響
◆：一般食品用，●：和菓子用，▲：培養用

力の大きい、より強靱なゲルの特徴が顕著となる。和菓子用の寒天ゲルは、最も凝集性が小さく、寒天濃度の増加に対する変化が他の2つのゲルと比較して最も小さかった。ガム性は、寒天ゲルを飲み込める状態にするために必要なエネルギーに相当するパラメーターである。図5より明らかなように、いずれのゲルも、寒天濃度の増加とともにガム性は増大した。また、和菓子用のゲルが最も小さい値を有していた。図6に示した弾力性は、外力によって生じたゲルの変形が、力を取り去ったときに元に戻る割合を表すパラメーターであり、完全弾性体では1となる。培養用および一般食品用寒天ゲルは、高い弾力性を示した。和菓子用寒天ゲルは、寒天濃度の増加とともに弾力性が急激に増大する傾向が認められた。以上の結果より、培養用寒天と一般食品用寒天ゲルは、類似したテクスチャーを有していることが示唆された。和菓子用寒天と一般食品用寒天は、いずれも食品加工用寒天ではあるが、そのテクスチャーには大きな差異が認められた。すなわち、和菓子用寒天は一般食品用寒天に比較して、より柔軟なソフト感に富むゲルを形成することが明らかになった。

2 寒天ゲルのテクスチャーに及ぼすシヨ糖の影響

食品加工用の寒天は、シヨ糖、ブドウ糖、水飴などの糖類と併用されることが多い。このため、寒天ゲルのテクスチャーに対する糖類添加の影響を把握することが不可欠となる。寒天製造企

業においては、ゼリー強度に対する糖添加の影響を検査する“シュガーテスト”を導入し、製品開発および品質管理のための重要な指標として活用している。本報では、一般食品用と和菓子用寒天を用い、シヨ糖添加によるゲルのテクスチャーへの影響を検討した。その結果を、表2に示した。寒天濃度は、0.8% (w/w)、シヨ糖濃度は、37% (w/w) とした。4つのパラメーターすべてが、シヨ糖を添加することによって大きい値となった。特に、硬さとガム性においてこの傾向が顕著にみられ、糖添加によって、より硬い強靱なゲルを形成することがわかった。また、一般食品用寒天の方が和菓子用寒天より、硬さ・ガム性の増加割合が大きいことより、シヨ糖添加の影響を強く受けることが示唆された。シヨ糖添加によるゲルの硬さの増大については、寒天分子と水の水素結合の他に、シヨ糖分子も水と水素結合するために、ゲル中の自由水が減少し、各分子間の水素結合が強化されるためといわれている⁷⁾。

表2 寒天ゲルのテクスチャーに及ぼすシヨ糖の影響

	和菓子用寒天		一般食品用寒天	
	糖無添加	糖添加	糖無添加	糖添加
硬さ*	1.2×10^5	3.6×10^5	1.4×10^5	5.2×10^5
凝集性	0.171	0.223	0.232	0.243
ガム性*	2.0×10^4	8.0×10^4	3.2×10^4	1.3×10^5
弾力性	0.938	0.985	0.989	0.992

*硬さ・ガム性の単位：dyn/cm²

3 寒天ゲルのテクスチャーの官能評価と機器測定の間連

和菓子用寒天と一般食品用寒天を用いて、ゲルのテクスチャーに関する官能評価と機器測定を行い、相関性について検討した。機器測定によって数値化される4つのパラメーターに対する表現用語は、表1に示したように、硬さ：「硬さ」、凝集性：「水っぽさ」、ガム性：「もろさ」、弾力性：「弾力性」を使用した。凝集性は、ゲルの内部的結合力であり、これが低いということは、ゲルを圧縮した場合、ゲルの微細構造が破壊されやすく、水分が遊離してくることから“水っぽく”感じるであろうと考え、表現用語を「水っぽさ」とした。また、ガム性は、ゲルが嚥下可能になるまで破壊するために必要なエネルギーに対応しており、この値が低いものは官能的には“もろく”とらえられることから、表現用語を「もろさ」とした。

表3に供試した和菓子用および一般食品用の寒天ゲルのテクスチャーの機器測定の結果、表4に官能評価の結果を示した。寒天濃度は、いずれも1.3% (w/w) とした。表3より明らかのように、2種類のゲルは、それぞれ異なったテクスチャーを有しており、4つのパラメーターとも一般食品用の寒天ゲルが、和菓子用の寒天ゲルより大きいことが認められた。ゲルの硬さ

表3 寒天ゲルのテクスチャーの機器測定の結果

	和菓子用寒天	一般食品用寒天
硬さ*	2.6×10^5	4.7×10^5
凝集性	0.196	0.251
ガム性*	5.1×10^4	1.2×10^5
弾力性	0.973	0.995

*硬さ・ガム性の単位：dyn/cm²

表4 寒天ゲルのテクスチャーの官能評価の結果（パネル：28人）

(1) 「硬さ」の差異 より硬いゲル	有 (27)・無 (1)* A (1)・B (26)*
(2) 「水っぽさ」の差異 より水っぽいゲル	有 (24)・無 (4)* A (24)・B (0)*
(3) 「もろさ」の差異 よりもろいゲル	有 (28)・無 (0)* A (18)・B (10)
(4) 「弾力性」の差異 より弾力性のあるゲル	有 (24)・無 (4)* A (15)・B (9)

A：和菓子用寒天ゲル，B：一般食品用寒天ゲル

*：有意（危険率1%）

については、表4にみられるように、官能的にもその差異が判別でき、一般食品用の寒天ゲルの方が有意に硬いと感じており、機器測定との正の相関が認められた。凝集性の逆数に対応する「水っぽさ」は、官能評価において和菓子用寒天ゲルの方が有意に“水っぽく”，すなわち凝集性が小さいと判定され、機器測定と同様の評価がなされた。また、ガム性は「もろさ」の逆数に対応することから、官能評価は機器測定と同じ評価、一方、弾力性については逆の評価をするパネルが多かった。これらのことは、3回実施した実験において類似した結果が得られた。以上の結果より、和菓子用寒天ゲルと一般食品用寒天ゲルにおいて、硬さと凝集性（水っぽさ）は官能的に有意に差異を判定できること、また、弾力性を除く硬さ・凝集性・ガム性（もろさ）については、官能評価と機器測定の結果に正の相関があることが明らかになった。

要 約

和菓子用、一般食品用および培養用寒天を用いて、それぞれのゲルのテクスチャーの特性を機器測定と官能評価により比較検討し、次の結果を得た。

- 1) 培養用寒天と一般食品用寒天は、弾力性に富む強靱なゲルを形成した。和菓子用寒天ゲ

ルは、柔軟でソフトな感触が特徴的であった。

- 2) 寒天ゲルは、シヨ糖を添加することによって、より硬く強靱なテクスチャーとなった。また、一般食品用寒天は和菓子用寒天より、シヨ糖添加の影響を強く受けた。
- 3) 和菓子用寒天ゲルと一般食品用寒天ゲルのテクスチャーの差異は、官能的に判別することができた。寒天ゲルの硬さ・凝集性・ガム性は、官能評価と機器測定の結果に正の相関がみられた。

この実験にご協力頂いた、久保仁美さん、大州千佳子さんに感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Harris, P.: Food Gels (Elsevier Science Publishers Ltd, England), p. 1 (1990).
- 2) 富沢 智：現代食品産業事典，農水産加工編（日本食糧新聞社，東京），p. 268 (1992).
- 3) 西成勝好，矢野俊正：食品ハイドロコロイドの科学（朝倉書店，東京），p. 123 (1990).
- 4) Watase, M. and Arakawa, K.: *Bull. Chem. Soc. Japan*, **41**, 1830 (1968).
- 5) 三浦芳助，玉井正弘：広島女学院大学論集，**48**, 183 (1998).
- 6) 中倉英雄，西垣 太，三分一政男，三浦芳助，大佐々邦久：日本食品工業学会誌，**39**, 8 (1992).
- 7) 林 金雄，岡崎彰夫：寒天ハンドブック（光琳書院，東京），p. 252 (1970).