

小豆渋汁及び蒟蒻ゾルの添加が水羊羹の品質に及ぼす影響

Effects of Adding the Eluate from Adzuki Bean Seeds and a Konnyaku Sol on the Quality of Adzuki Bean Jelly

木村 友子*[§] 加賀谷みえ子* 佐々木弘子** 内藤 通孝* 後藤 真彦*** 菅原 龍幸****
 Tomoko Kimura Mieko Kagaya Hiroko Sasaki Michitaka Naito Masahiko Gotou Tatsuyuki Sugahara

The effects on the quality of adzuki bean jelly of adding the untreated eluate from adzuki bean seeds (material A), material A ultrasonicated for 10 minutes (material B), and a konnyaku sol were studied to evaluate the potential use of the eluate as a food material.

Sample B-1 (adzuki bean jelly with material B) showed the hue of adzuki beans, low odor, and was favored more than either sample S-1 (control) or sample A-1 (adzuki bean jelly with material A). The 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging activity and total polyphenol contents of sample B-1 and sample A-1 were higher than those of sample S-1. Further addition of konnyaku sol at 2.4% to the adzuki bean jelly made it harder in texture and lower in syneresis. Observation of the tissue by cryo-scanning electron microscopy showed percolation of the konnyaku sol into the agar network of sample B-1.

キーワード：小豆渋汁 the eluate from adzuki bean seed；蒟蒻ゾル konnyaku sol；水羊羹 adzuki bean jelly；抗酸化活性 anti-oxidative activity；嗜好 palatability；品質評価 quality evaluation

緒 言

小豆は約 70~85% が製餡に、その他茹で小豆、甘納豆、赤飯などに利用される。小豆の特殊成分としては、各種のポリフェノール類や数種のサポニンなどの機能成分を含有し、その栄養的・生理的な効果が報告されている^{1)~4)}。

小豆を加熱加工する過程で生じる煮汁の多くは廃棄されるが、この廃棄液（以下渋汁と略記）は機能性成分を多く含有する素材として利用可能ではないかと考えられる。しかしながら、これまでに実際に小豆の渋汁を食品材料として利用した研究は数少ない。著者らは調理加工の渋汁素材の精製に超音波照射を導入し、簡便・迅速で、渋汁のもつ有用な機能性を失わず、しかも嗜好的にも優れた脱臭渋汁の精製に超音波 10 分間照射が有効であることを見出し報告した⁵⁾。本研究では渋汁を新規食品素材として普及させる目的で研究を進めた。日本人は高齢期になると和食回帰を示すとされていること、水羊羹は古くから多くの人に親しまれており、テクスチャーが珍重される食品であること、渋汁中の水溶性小豆ポリフェノールには生体内抗酸化活性や肝臓保護作用などがあることが報告^{1)~4)} されていること

から、渋汁を添加した水羊羹の開発を行った。

水羊羹の調製上の問題点に寒天ゲルの網目組織が徐々に収縮されるため網目組織の隙間を満たしている水が押し出される「離漿現象」⁶⁾ を生じ製品の劣化を起こす事が挙げられる。水羊羹の離漿抑制のために保水剤として超音波処理をした精製蒟蒻ゾルを添加した製品も調製し、これらの水羊羹の性状、物性的、官能的影響を検討し、新知見を得たので報告する。

実験方法

1. 小豆渋汁の調製

小豆は 2005 年十勝産（士幌農協、えりも）を 15 kg 購入し、プラスチック製の密閉容器に入れ、5℃ に設定した低温室に保存し用いた。

渋汁は小豆 50 g を 500 ml 容ビーカーに秤量し蒸留水を加えて 500 g とし、25℃ の恒温器で 16 時間浸漬した。その後、加熱して煮沸 10 分間後に冷却し 500 g に調製し、二重ガーゼで濾過して煮汁を回収し試料液（素材 A-a）とした。再び煮熟小豆に同重量の水を入れ沸騰させ煮汁を回収し、試料液（素材 A-b）とした。また、素材 A-a と素材 A-b が 1:1 の割合の混合液を素材 A とした。また、素材 A 500 g 入りビーカーを超音波装置（本多電子 W-113 型、有効発振 28 kHz と 45 kHz は共に 5 秒間、100 kHz は 1 秒間の混合マルチ周波発振で、出力 100 W、電圧 100 V、40℃ 設定、有効水量 2 L の条件）の超音波装置の水浴中の定位置に固定し超音波照射（照射と略記）を 10 分間行った試料液を素材 B とした。

2. 実験材料

渋汁は素材 A と B を用いた。生餡は素材 A の茹小豆に

* 椋山女学園大学
 (Sugiyama Jogakuen University)

** 聖徳大学
 (Seitoku University)

*** 関越物産株式会社
 (Kanetsu Products Co)

**** 元女子栄養大学
 (Kagawa Nutrition University)

[§] 連絡先 椋山女学園大学 生活科学部
 〒464-8662 名古屋市中種区星が丘元町 17-3
 TEL 052(781)1186

Table 1. Composition of the adzuki bean jelly samples

Sample	Agar powder Concentration		Water (g)	Material		Sugar Concentration		Adzuki bean paste Concentration		Konnyaku sol ³⁾ (g)	Completion weight (g)
	(g)	(%)		A ¹⁾ (g)	B ¹⁾ (g)						
S-0	1.25	0.5	150	0	0	50	20	75	30	0	250
S-1	1.9	0.76	150	0	0	50	20	75	30	0	
S-2	2.25	0.9	150	0	0	50	20	75	30	0	
A-1	1.9	0.76	0	150	0	50	20	75	30	0	
B-1	1.9	0.76	0	0	150	50	20	75	30	0	
B-1-①	1.9	0.76	0	0	147	50	20	75	30	3	
B-1-②	1.9	0.76	0	0	144	50	20	75	30	6	
B-1-③	1.9	0.76	0	0	141	50	20	75	30	9	

¹⁾ Material A : first-eluate (A-a) plus second-eluate (A-b) from adzuki bean seeds in the ratio of 1 : 1 (volume), without ultrasonication

²⁾ Material B : Material A treated with ultrasonication at 40°C for 10 min

³⁾ Konnyaku sol : moisture 98.1, dietary fiber 1.8, pH 6.6

蒸留水を加えて 500 g として再加熱して煮沸 30 分間後、裏漉し器で小豆餡の部分を漉し圧搾したもの（成分：水分 61.8%，たんぱく質 10.1%，脂質 0.5%，灰分 0.6%，炭水化物 27.0%），粉末寒天は米山薬品（株），砂糖は（株）伊藤忠製糖の上白糖，蒟蒻ゾル（関越物産製）⁷⁾ は蒟蒻精粉を超音波処理したゾルである市販品のピュアマンナン（水分 98.2%，食物繊維 1.7%，pH 6.5）を用いた。

3. 試料調製

水羊羹の調製法は調理書⁸⁾と安部ら⁹⁾の方法を参考にした。材料配合割合を Table 1 に示した。基本試料は、1 l 容ステンレス製鍋に蒸留水または渋汁（素材 A, B）に粉末寒天を入れ攪拌し 1 時間膨潤した。それを加熱して煮沸 5 分間で溶解させた寒天液に砂糖と生餡を加えて弱火で加熱攪拌を 10 分間行った。火から下ろし、水分蒸発分量を最終的な出来上がり重量が 250 g になるように、蒸留水または渋汁で補水し、50°C になるまで攪拌をしながら冷ました。この水羊羹のゾル試料は、試料 S-0（蒸留水で寒天濃度 0.5%），試料 S-1（蒸留水で寒天濃度 0.76%），試料 S-2（蒸留水で寒天濃度 0.9%），試料 A-1（素材 A で寒天濃度 0.76%），試料 B-1（素材 B で寒天濃度 0.76%）である。また、蒟蒻ゾル添加試料は、試料 B-1 に蒟蒻ゾル 3 g (1.2%)，6 g (2.4%) または 9 g (3.6%) を置換して煮沸 10 分間加熱して溶解させ、以後は上述と同様の調製操作を行い、3 種類のゾル試料（試料 B-1-①，②，③）とした。以上の 8 種類のゾル試料を氷水中（0°C）で冷却したガラスリング（直径 25 mm・高さ 20 mm）に流し入れ、1~3°C で 1 時間冷蔵保存し、ガラスリングから取り出し 8 種類の試料とした。

4. 測定方法

1) 色調

各種の水羊羹は測色色差計（（株）日本電色工業製：Color-meterNE 2000 型，O°-d 方式，JIS Z 8722-8729 に

よる測定条件）で、直径 30 mmφ の反射光による L^* （明度）， a^* （+赤の度合い）， b^* （+黄の度合い）， ΔE^* を求めた。

2) 水分量

105°C 加熱乾燥法¹⁰⁾ で求めた。

3) 離漿率

離漿率の測定は濾紙法¹¹⁾により 30, 60, 90, 120, 150 及び 180 分間後の離漿率を求めた。

4) 物理的特性

各水羊羹は高齢者用食品測定用容器（直径 40 mm 高さ 15 mm）に流し入れ、5°C で 1 時間冷蔵し試料とした。測定装置はクリープメーター（（株）山電製 RE 2-33005 S 型）を用いた。テクスチャーの測定は硬さ（圧縮応力），凝集性，付着性を求めた。測定はプランジャー円柱型 No. 56（直径 20 mm），測定歪率 66.7%，ロードセル 20 N を用い，試料台速度 10 mm/sec の条件で行った。測定温度は 23±1°C で行った。

5) 官能評価

ガラスリング（直径 25 mm・高さ 20 mm）に流し入れ、1~3°C で 1 時間冷蔵保存後、ガラスリングから取り出した試料 S-0, 1, 2, A-1, B-1, B-1-①，②，③を 1 人当て 2 個を用意し試食に供した。パネルは年齢 21 歳の女子大学生 15 名で行った。検査は順位法¹²⁾により硬さ，弾力性と総合的好みの項目につき好ましい順位を付けさせ、クレーマー検定で解析した。また、2 点嗜好試験法の変法¹³⁾を使って 7 段階尺度で評価し、t 検定により解析した。質問項目は色，におい（香り），滑らかさ，硬さ，弾力性，味の違いの識別と総合的な好みとした。

6) 総ポリフェノールの定量

抽出液の調製は 50 ml 容量のメスフラスコに試料 S-1, A-1, B-1 をそれぞれ 1 g 秤量し，室温で冷却後 50% エタノール 30 ml を加え超音波照射で 30 分間抽出し，50%

小豆渋汁及び蒟蒻ゾルの添加が水羊羹の品質に及ぼす影響

エタノールにて 50 ml に定容した。更に、抽出液 (S-1, A-1, B-1) を遠心分離 (3,260×g, 10 分間) した上清を試料抽出液とし、フォーリンデニス法の比色定量法¹⁴⁾で測定した。各試料抽出液 2 ml に対し、Folin-Ciocalus 試薬 (和光純薬(株)) 2 ml を加え 3 分間放置後、10% 炭酸ナトリウム水溶液 2 ml を加えて攪拌し、1 時間反応後、遠心分離 (3,260×g, 10 分間) した上清を、760 nm で吸光度測定を行った。試料 100 g 当りの没食子酸エチル相当量として算出した。

7) ラジカル捕捉能の測定

抗酸化性の指標の一つとして、フリーラジカルのモデルである 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) ラジカルを用い、これに対する捕捉能を比色法¹⁵⁾により測定した。250 μM DPPH 溶液 1 ml に McIlvaine 緩衝液 (pH 6) (0.1 M クエン酸・0.2 M NaH₂PO₄) 1 ml を加えて混合し、これに総ポリフェノールと同じ試料抽出液を 0.1 ml 加えて混合し、10 分間放置後 517 nm における吸光度の減少量を測定した。

8) 組織構造の観察

走査型電子顕微鏡 (クライオステージ, 日立 S-3000 N) を用いて試料 B-1, B-1-②をカッターで切断し 5,000 倍, 10,000 倍で観察した。クライオステージに液体窒素を注入し、-130℃ まで急速冷凍した。クライオステージの冷却ナイフで試料を切断し、-90℃ まで上昇させ、試料 B-1, B-1-②を蒸着し、組織構造の観察を行った。

実験結果および考察

1. 水羊羹調製の寒天濃度の検討

水羊羹はテクスチャーが珍重される和菓子であり、物性及び嗜好性の面から寒天の最適な添加量を見出す目的で、寒天濃度を 0.5, 0.76 及び 0.9% の 3 段階に変え水羊羹を調製した場合の官能評価の嗜好順位の合計点を Table 2 に示した。試料 S-1 の寒天濃度 0.76% は硬さ、弾力性、総合的な好みで有意に好まれた ($p < 0.05$)。試料 S-2 の寒天濃度 0.9% では全ての項目で評価が低下し、水羊羹とし

ては硬すぎると評価された。

これらの評価から、水羊羹の調製の寒天濃度 0.76% が良好で適当と思われた。以下の研究は寒天濃度 0.76% の条件で進めた。

2. 水羊羹の品質に及ぼす渋汁添加の影響

1) 水羊羹の色調に与える渋汁素材添加の検討

水羊羹の色調の変化を Table 3 に示した。素材 A 添加の試料 A-1 と素材 B 添加の試料 B-1 は試料 S-1 (渋汁無添加) に比べ、 L^* (明度), a^* (赤の度合い), b^* (黄色の度合い) 共に大きい値となった。試料 S-1 を基準とした ΔE^* (色差) は試料 A-1 が 1.1 National Bureau of Standards (N. B. S.) と試料 B-1 が 1.6 N. B. S. で、小豆色の色調が濃く変化した。渋汁調製の照射の有無の比較では非照射の素材 A 添加の試料 A-1 に比べ、 L^* , a^* , ΔE^* の値が大きく、素材の照射処理が影響することが推察された。

2) 水羊羹の水分含量と離漿率の検討

水羊羹の水分含量を Table 4 に示した。試料 A-1 と試料 B-1 は試料 S-1 に比べ、何れも水分含量が若干少ないが、有意差は認められなかった。渋汁調製の照射の有無の比較では水羊羹の水分含量の差は僅少であった。

Fig. 1 に水羊羹の離漿率の変化を示した。試料 A-1, 試料 B-1, 試料 S-1 はほぼ同程度の離漿率を示し、試料 A-1 と試料 B-1 の素材 A と B 添加による影響は認められず、何れも時間経過につれ離漿の漸増傾向がみられた。

Table 2. Sensory evaluation of the consistency of agar powder

Sample	% of Agar powder	Score for palatability		
		Hardness	Elasticity	palatability
S-0	0.5	29	26	29
S-1	0.76	23*	24*	23*
S-2	0.9	38**	40**	38**

15 panelists (average age of 21) ranked the adzuki bean jelly in order of their palatability.

Differences among the total scores were evaluated by Kramer's ranking test.

Significant difference, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Table 3. Color of adzuki bean jelly

Sample ¹⁾	L^*	a^*	b^*		ΔE^* (N.B.S.) ²⁾	
S-1	31.2±0.2	7.8±0.1	5.0±0.1	standard : S-1	—	—
A-1	31.9±0.3	8.7±0.2	5.6±0.2	1.1	standard : A-1	—
B-1	32.1±0.5	9.0±0.2	5.4±0.2	1.6	0.4	standard : B-1
B-1-①	32.4±0.2	8.7±0.1	6.0±0.1	1.8	—	0.6
B-1-②	32.5±0.2	8.9±0.1	5.9±0.2	1.9	—	0.5
B-1-③	32.9±0.2	9.0±0.1	5.9±0.1	2.3	—	0.7

¹⁾ Sample S-1 : control adzuki bean jelly

Sample A-1 : adzuki bean jelly with Material A added

Sample B-1 : adzuki bean jelly with Material B added

Sample B-1-①②③ : adzuki bean jelly with Material B and konnyaku sol added

²⁾ ΔE^* (color difference) : 0~0.5 : trace, 0.5~1.5 : slight, 1.5~3.0 : noticeable

Table 4. Moisture of the adzuki bean jelly

Sample ¹⁾	Moisture (%)
S-1	69.4±0.4
A-1	68.9±0.2
B-1	68.6±0.6
B-1-①	68.7±0.5
B-1-②	68.9±0.4
B-1-③	69.6±0.3*

¹⁾ Sample S-1 : control adzuki bean jelly

Sample A-1 : adzuki bean jelly with Material A added

Sample B-1 : adzuki bean jelly with Material B added

Sample B-1-①②③ : adzuki bean jelly with Material B and konnyaku sol added

Each value represents the mean ±SD of 10 determinations.

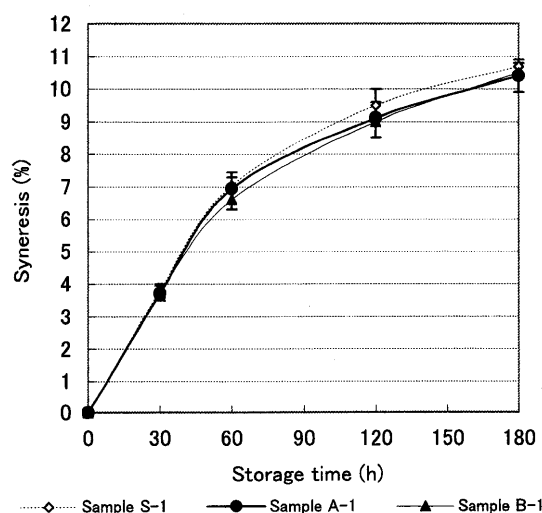
* Significantly different from Sample B-1 ($p < 0.05$)

Fig. 1 Syneresis of the adzuki bean jelly during storage at 25°C

Sample S-1 : control adzuki bean jelly

Sample A-1 : adzuki bean jelly with Material A added

Sample B-1 : adzuki bean jelly with Material B added

Each value represents the mean ±SD of 5 determinations.

3) 水羊羹の抗酸化性の検討

ヒトの細胞内で活性酸素が発生し、遺伝子や生体膜などに損傷を与えることにより、老化・癌・生活習慣病などを引き起こす。これらの要因である活性酸素・フリーラジカルを消去する成分は、健康維持に重要な役割を果たしていると考えられている。小豆にはポリフェノールなどによるラジカル捕捉活性が存在することが報告されている^{1)~5)}。そこで、水羊羹の総ポリフェノール含有量とDPPHラジカル捕捉活性をFig. 2に示した。渋汁100g中のポリフェノール含有量では、素材Aは平均61.8mg、素材Bは62.2mgであり、生餡100g中の228.7mgであった。水羊羹では試料S-1は50.1±5.8mgに対し、試料A-1は98.3±0.8mg、試料B-1は109.1±2.1mgを示し、素材A・Bを添加することで製品の含有量が有意に高くなった。一方、DPPHラジカル捕捉活性では、渋汁100g中の捕捉活

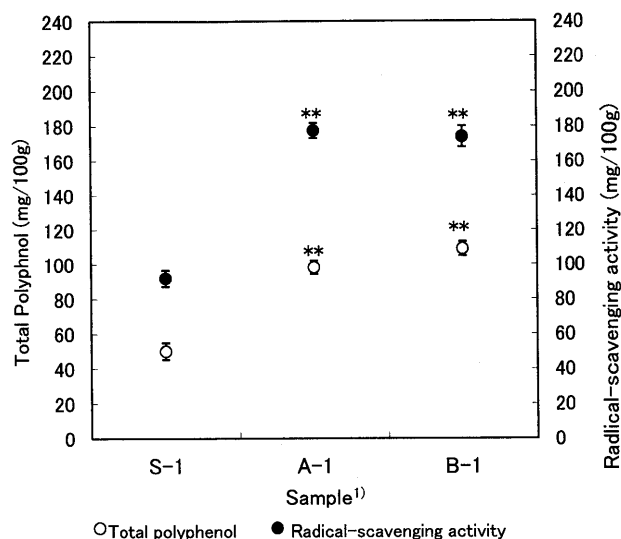


Fig. 2 Anti-oxidative activity of the adzuki bean jelly

¹⁾ Sample S-1 : control adzuki bean jelly

Sample A-1 : adzuki bean jelly with Material A added

Sample B-1 : adzuki bean jelly with Material B added

Each value represents the mean ±SD of 5 determinations.

** Significantly different from sample S-1 ($p < 0.01$)

性は素材Aは平均95.1mg、素材Bは93.2mgであり、生餡100g中の257.2mgであった。水羊羹では、試料Sは92.0±1.7mgに対し、試料A-1は177.5±4.3mg、試料B-1は174.3±6.1mgを示し、素材A・Bを添加することで製品の抗酸化活性が有意に高かった。また、照射の有無では、試料A-1と試料B-1には有意差はなく同程度の活性を示し、照射処理の影響は少なかった。従って、素材A・B添加により水羊羹の抗酸化性が認められたので、機能性を有する水羊羹を製造できる可能性が示唆された。食品に対して酸化抑制効果のある新規食品素材としての渋汁の活用が期待できる。

4) 水羊羹のテクスチャー特性の検討

水羊羹のテクスチャー特性をTable 5に示した。硬さと凝集性の値では、試料A-1と試料B-1は試料S-1に比べてわずかに高値であったが有意差はなく、付着性の値は3試料間に差がなく類似し、寒天のゼリー強度には変化がなくほぼ一定であった。また、照射の影響も認められなかった。

5) 素材A・B添加水羊羹の官能評価

渋汁の照射の有無を調べるために試料A-1と試料B-1を比較した官能評価をFig. 3-(1)に示した。試料B-1(照射の素材B添加製品)は、試料A-1(非照射の素材A添加製品)に比べ、「臭い」の項目の評価点が有意に低く小豆特有の青臭みや異味が除去され、「総合的な好み」の項目は有意に高い評価点であった($p < 0.05$)。従って、渋汁に照射した素材Bの添加が水羊羹の嗜好性のおいしさの要因に付与することが推察された。

小豆渋汁及び蒟蒻ゾルの添加が水羊羹の品質に及ぼす影響

Table 5. Physical properties of the adzuki bean jelly

Sample ¹⁾	Texture properties		
	Hardness $\times 10^3$ (Pa)	Cohesiveness	Adhesiveness $\times 10^2$ (J/m ³)
S-1	9.78 $\pm$ 0.82	0.08 $\pm$ 0.01	1.00 $\pm$ 0.08
A-1	9.85 $\pm$ 0.76	0.09 $\pm$ 0.01	0.98 $\pm$ 0.02
B-1	9.91 $\pm$ 0.09	0.09 $\pm$ 0.01	1.01 $\pm$ 0.06
B-1-①	11.75 $\pm$ 1.48**	0.10 $\pm$ 0.01	0.93 $\pm$ 0.09*
B-1-②	12.62 $\pm$ 0.09**	0.12 $\pm$ 0.01	0.89 $\pm$ 0.06**
B-1-③	14.42 $\pm$ 0.92**	0.15 $\pm$ 0.01	0.85 $\pm$ 0.10**

¹⁾ Sample S-1 : control adzuki bean jelly

Sample A-1 : adzuki bean jelly with Material A added

Sample B-1 : adzuki bean jelly with Material B added

Sample B-1-①②③ : adzuki bean jelly with Material B and konnyaku sol added

Each value represents the mean $\pm$ SD of 10 determinations.* Significantly different from Sample B-1 ($p<0.05$)** Significantly different from Sample B-1 ($p<0.01$)

3. 水羊羹の品質に及ぼす蒟蒻ゾルの影響

蒟蒻ゾルは保水性に優れている食品である。試料 B-1 は官能評価で好評を得たが、離漿現象 (Fig. 1) が時間経過につれ漸増傾向がみられた。試料 B-1 の水羊羹の離漿を改良する目的で、保水力のある蒟蒻精粉を超音波処理で精製した蒟蒻ゾルを試料 B-1 に 1.2~3.6% 添加することを試み研究を進めた。

1) 水羊羹の色調に与える蒟蒻ゾル添加の影響

試料 B-1 (蒟蒻ゾル 0%) と B-1-①~③ (蒟蒻ゾル 1.2~3.6% 添加) の色調変化 (Table 3) では、 L^* (明度) と b^* 値 (黄の度合い) は試料 B-1 に比べ、試料 B-1-①~③ が若干大きい。しかし a^* 値 (赤の度合い) には一定の変化は見られなかった。試料 B-1 を基準とした ΔE^* は試料 B-1-①~③ は 0.5~0.7 NBS で、感覚的な差は「わずかに」であり、蒟蒻ゾル添加による色調の変化は少なかった。

2) 水羊羹の水分量と離漿に及ぼす蒟蒻ゾル添加の影響

試料 B-1 と B-1-①~③ の水分量変化 (Table 4) では、試料 B-1 に比べ、蒟蒻ゾル添加量増加に伴い水分量が漸増し、試料 B-1-③ (蒟蒻ゾル 3.6%) は有意差が認められた ($p<0.05$)。川村ら⁶⁾ は蒟蒻ゾル添加により水素結合の束縛を受ける分子が増加して、自由水が減少することを報告している。このことが関連して水羊羹の水分保持したことが考えられる。

Fig. 4 に蒟蒻ゾル添加水羊羹の離漿率の時間変化を示した。試料 B-1 (蒟蒻ゾル 0%) は時間経過につれ離漿の上昇が認められ、180 分間経過では離漿率の平均 10.5% を示した。対照の試料 B-1-① (蒟蒻ゾル 1.2%) では 60 分間経過では平均 4.2%、180 分間経過後は平均 5.2% で、試料 B-1 の約 1/2 に抑制された ($p<0.01$)。試料 B-1-② (蒟蒻ゾル 2.4%) と試料 B-1-③ (蒟蒻ゾル 3.6%) で

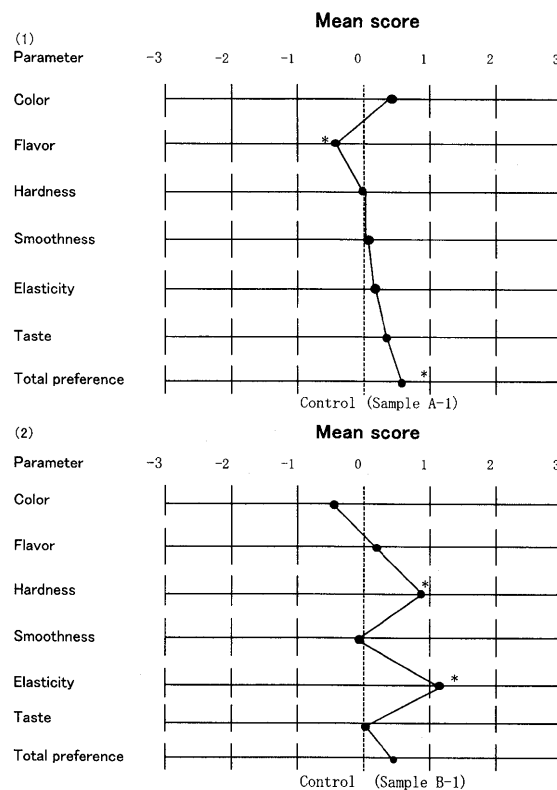


Fig. 3 Sensory evaluation paired preference test of the adzuki bean jelly

(1) ...: Control (Sample A-1 : adzuki bean jelly with Material A added),

● : Sample B-1 (adzuki bean jelly with Material B added),

(2) ...: Control (Sample B-1 adzuki bean jelly with Material B added),

● : Sample B-1-② (adzuki bean jelly with Material B and 2.4% konnyaku sol added).

Twelve panelists rated the color, flavor, hardness, smoothness, elasticity and taste intensity on a 7-point scale (3, extremely strong; -3, extremely weak), and the total impression on a 7-point scale (3, extremely liked; -3, extremely disliked).

* Significantly different from sample A-1 or B-1 ($p<0.05$)

は、30 分間経過では前者は平均 1.6%、後者は平均 1.5%、120 分間経過後は平均 2.3%・2.1% であり、著しく離漿が抑制された ($p<0.01$)。しかし、試料 B-1-②と試料 B-1-③の両試料間の離漿履歴に差がなかったため、試料 B-1-②の蒟蒻ゾル 2.4% 添加が有効と推測された。

3) 水羊羹のテクスチャー特性に及ぼす蒟蒻ゾル添加の影響

試料 B-1 と B-1-①~③ のテクスチャー特性を Table 5 に示した。硬さは、試料 B-1 に比べ蒟蒻ゾル添加の試料 B-1-①~③は蒟蒻ゾル添加量が多くなるほど大きくなり、有意差が認められた ($p<0.01$)。これは蒟蒻ゾル添加により寒天の分子の網目構造が固定され、水分子が包み込まれた形を保ち離漿を抑えたことが考えられる。凝集性では、試料 B-1-①~③は試料 B-1 に比べ何れも大きい値

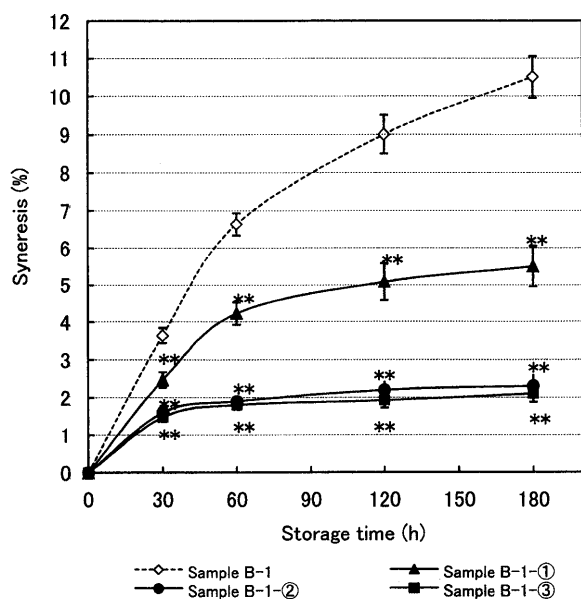


Fig. 4 Effect of quality of konnyaku sols on adzuki bean jelly syneresis during storage at 25°C

Sample B-1 : control adzuki bean jelly with Material B added

Sample B-1-①②③ : adzuki bean jelly with Material B and 1.2~3.6% konnyaku sol added

Each value represents the mean $\pm$ SD of 5 determinations.

** Significantly different from sample B-1 ($p < 0.01$)

を示し、第1回目のプランジャーの運動時に完全に破断されず、第2回目にもかなりの抵抗を示したものと考えられる。一方、付着性は試料 B-1 に比べ、試料 B-1-①~③は蒟蒻ゾル添加量が多くなるほど有意に小さい値を示した。これはある濃度までの蒟蒻ゾル添加は自由水が減少し、寒天の実質的濃度が増し、寒天・蒟蒻ゲルの硬さを強化することが推察された。水羊羹におけるゲル化剤の蒟蒻ゾル添加はテクスチャー特性値に顕著に影響を与えた。

4) 蒟蒻ゾル添加水羊羹の官能評価

試料 B-1 において蒟蒻ゾルの最適添加量を見出す目的で、蒟蒻ゾル添加量を変えて調製した水羊羹の嗜好順位の合計点を Table 6 に示した。試料 B-1-①~②は何れの項目も対照の試料 B-1 (蒟蒻ゾル 0%) とほぼ同等に好まれ

た。試料 B-1-③ (蒟蒻ゾル 3.6% 添加) では色、におい(香り)、味に対する嗜好性は変化しなかったが滑らかさ、硬さ、弾力性と総合的嗜好性が低下した。以上の成績から判断すると試料 B-1 における蒟蒻ゾル添加量は 2.4% がやや良好であった。

蒟蒻ゾル添加が水羊羹の食感に与える影響を調べる目的で、試料 B-1-② (素材 B 添加と蒟蒻ゾル 2.4% 添加製品) と試料 B-1 (素材 B 添加の基本) を比較した官能評価の成績を Fig. 3-(2) に示した。試料 B-1-②は試料 B-1 に比べ、硬さと弾力性の項目では硬くて弾力性が有意であると評価された ($p < 0.05$)。しかし、総合的な好みの項目では試料 B-1 と有意差はなかった。

これらの結果から蒟蒻ゾルを 2.4% 添加することにより水羊羹の組織構造に影響を与え、テクスチャーや離漿が改善されたものと考えられる。

5) 電子顕微鏡による水羊羹のゲル構造の比較

試料 B-1 と B-1-② (素材 B 添加と蒟蒻ゾル 2.4% 添加製品) との組織構造をクライオ走査型電子顕微鏡で観察し Fig. 5 に示した。試料 B-1 の倍率 $\times 5,000$ の寒天は網目構造を示し、不定形の空洞が内存し、 $\times 10,000$ に拡大した場合においても観察された。対照の蒟蒻ゾルを添加した試料 B-1-②の $\times 5,000$ は寒天の網目構造の隙間の大きさに差が見られ、空洞内に蒟蒻ゾルが浸入した様子が観察された。割断面の一部を $\times 10,000$ に拡大では、その組織に蒟蒻ゾルの浸入状態が明瞭に観察された。このような組織構造はグルコマンナンが水分を吸収・膨潤して粘性が高くなるという特異的な性質により離漿抑制に寄与すると考えられた。

要 約

小豆渋汁と蒟蒻ゾル添加が水羊羹の品質に及ぼす影響について性状、テクスチャー特性、離漿率、抗酸化性、嗜好性、走査型電子顕微鏡による構造観察により検討した。

1. 試料 B-1 (照射した渋汁：素材 B 添加製品) は試料 S-1 (基本) や試料 A-1 (非照射の渋汁：素材 A 製品) に比較して小豆色が濃く、官能評価では臭気が減少し、

Table 6. Sensory evaluation of the adzuki bean jelly with Material B and konnyaku zol added

Sample ¹⁾	% of Konnyaku gel	Score for palatability						
		Color	Flavor	Smoothness	Hardness	Elasticity	Taste	palatability
B-1	0	37	39	45	43	30	37	38
B-1-①	1.2	30	35	32	30	34	40	34
B-1-②	2.4	40	32	32	30	38	30	30
B-1-③	3.6	43	44	41	47**	48**	43	48**

¹⁾ Sample B-1 : control adzuki bean jelly with Material B added

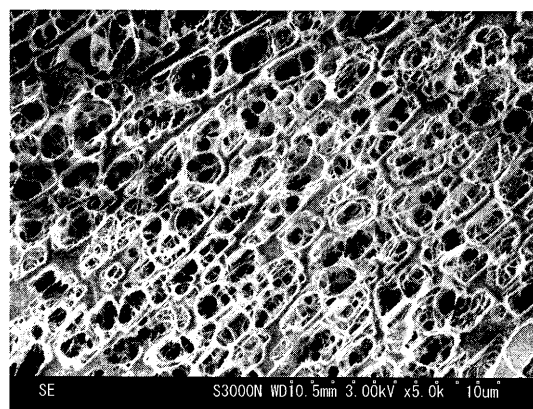
Sample B-1-①②③ : adzuki bean jelly with Material B and 1.2~3.6% konnyaku sol added

15 panelists (average age of 21) ranked the adzuki bean jelly in order of their palatability.

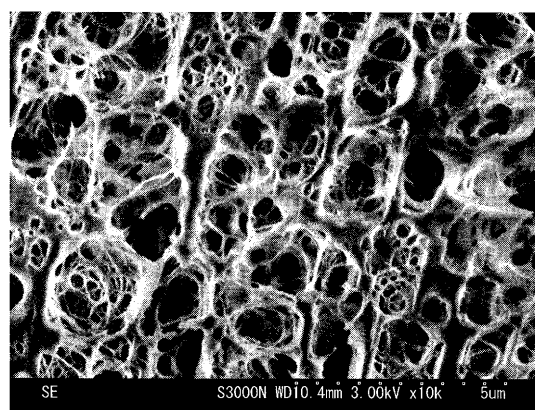
Differences among the total scores were evaluated by Kramer's ranking test.

Significant difference, ** $p < 0.01$.

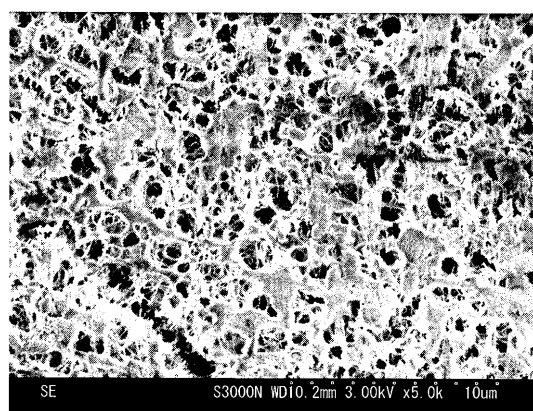
小豆渋汁及び蒟蒻ゾルの添加が水羊羹の品質に及ぼす影響



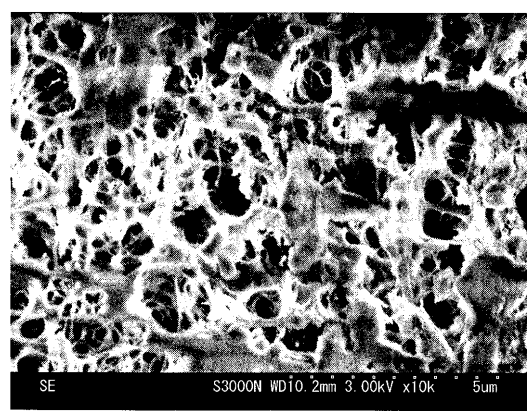
Sample B-1 (×5,000)



Sample B-1 (×10,000)



Sample B-1-② (×5,000)



Sample B-1-② (×10,000)

Fig. 5 Cryo-SEM photographs of the adzuki bean jelly

Sample B-1 : adzuki bean jelly with Material B added

Sample B-1-② : adzuki bean jelly with Material B and 2.4% konnyaku sol added

Magnification is ×5,000 or ×10,000 and the scale corresponds to 10 μm or 5 μm

総合的な好みで好まれた ($p < 0.05$)。

2. 試料 A-1 と試料 B-1 は試料 S-1 に比べ DPPH ラジカル捕捉活性及び総ポリフェノール量が有意に高かった ($p < 0.01$)。
3. 試料 B-1 に蒟蒻ゾル 2.4% 添加品の試料 B-1-②は対照の試料 B-1 に比べ、食感が硬くなり、著しく離漿が抑制された ($p < 0.01$)。
4. 走査型電子顕微鏡の組織観察では、試料 B-1-②の水羊羹は試料 B-1 に比べ、寒天の網目構造に蒟蒻ゾルの浸入したことが確認され、割断面の組織構造の相違が観察された。

以上のことから、渋汁の素材 B 使用は、水羊羹の抗酸化性の機能性向上に寄与し、食味もよく嗜好的にも優れ、かつ、蒟蒻ゾル添加は製品の離漿を抑制し、品質を高めることが示唆された。

文 献

- 1) 小嶋道之, 山下慎司, 西 繁典, 齋藤優介, 前田龍一郎 (2006), 小豆ポリフェノールの生体内抗酸化活性と肝臓保護作用, 食科工, **53**, 386-392
- 2) 小嶋道之, 西 繁典, 山下慎司, 齋藤優介, 前田龍一郎 (2006), 小豆エタノール抽出物添加飼料によるラットの血清コレステロール上昇抑制, 食科工, **53**, 380-385
- 3) 小嶋道之, 西 繁典, 齋藤優介, 弘中和憲, 小嶋 浩, 前田龍一郎 (2007), 小豆ポリフェノールの単回及び継続投与が血中グルコース濃度に及ぼす影響, 食科工, **54**, 50-53
- 4) 小嶋道之, 西 繁典, 齋藤優介, 弘中和憲, 小嶋 浩, 前田龍一郎 (2007), 小豆ポリフェノール飲料による高脂肪食投与雌マウスの体重増加抑制, 食科工, **54**, 229-232
- 5) 木村友子, 加賀谷みえ子, 佐々木弘子, 内藤通孝, 後藤真彦, 菅原龍幸 (2007), 超音波照射が小豆渋汁の栄養成分, 色調, 抗酸化性及び嗜好に及ぼす影響, 日本食生活学会誌, **18**, 51-56
- 6) 河村大造, 前梶健治 (1981), コンニャクマンナンゲルの離水要因と離水量の予測, 食科工, **28**, 169-175
- 7) 木村友子, 菅原龍幸, 後藤真彦 (2000), 超音波照射によるこんにゃく粉製造技術の改良, 食科工, **47**, 604-612
- 8) 山崎清子, 島田キミエ (2004), 「調理と理論」, 同文書院

- 版, pp. 477-479
- 9) 安部芳子, 酒井裕子 (1988), 本にみる水羊羹の調製方法の検討, 相模女子大学紀要, **52**, 55-64
- 10) 前川昭男, 菅原龍幸監修 (2000), 「新食品学分析ハンドブック」建帛社, pp. 15-19
- 11) 山崎清子, 加藤 悦 (1959), 寒天調理に関する研究 (第4報) 家政誌, **10**, 3-7
- 12) 川端晶子・大羽和子 (2000), 「調理学実験」学建書院, 東京, pp. 103-104, pp. 116, pp. 120
- 13) 佐藤 信 (1985), 「統計的官能検査」日科技連出版社, 東京, pp. 37-56
- 14) M. P. Kahkonen, A. I. Hopia, H. J. Vuorela, J. P. Rauha, K. Ihlaja, T. S. Kujala, and M. Heinonen (1999), Antioxidant Activity of Plant Extracts containing Phenolic Compounds, *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 3954-3962
- 15) Y. Takahata, M. Ohnishi-Kameyama, S. Frura, M. Takahashi and I. Suda (2001), Highly Polymerized Procyanidins in Brown Soybean Seed Coat with a High Radical-Scavenging Activity, *J. Agric. Food Chem.*, **49**, 5843-5847
- (平成 19 年 8 月 22 日受付, 平成 19 年 12 月 17 日受理)

和文抄録

小豆渋汁を食品素材として利用するために, 我々は素材 A (渋汁) と素材 B (超音波 10 分間照射渋汁) および蒟蒻ゾルの添加が水羊羹の品質に与える影響について研究した。試料 B-1 (素材 B 添加製品) は, 試料 S-1 (基本) や試料 A-1 (素材 A 添加製品) に比較して小豆色を帯び, 官能評価では臭気著しく減少し, 総合的に好まれた。その上, 試料 A-1 と試料 B-1 は試料 S-1 に比較して DPPH ラジカル捕捉活性と総ポリフェノール量が有意に高かった。さらに, この試料 B-1 に蒟蒻ゾル 2.4% 添加することによりテクスチャーが硬くなり良好で, 著しく離漿が少なく, クライオ SEM の組織観察では, 寒天の網目構造に蒟蒻ゾルが存在しており, 試料 B-1 と相違が観察された。