

# 微細化コンニャクグルコマンナンが 野菜ジュースの品質保持に及ぼす効果

矢羽田 歩<sup>1)</sup> 山本 健太<sup>1)</sup> 船越 淳子<sup>2)</sup>  
佐々木 久美<sup>2)</sup> 吉元 あや美<sup>3)</sup> 太田 英明<sup>1)</sup>

## Effect of Fine-Ground Konjac Glucomannan on Quality Maintenance of Vegetable Juice During Storage

Ayumi Yahada<sup>1)</sup> Kenta Yamamoto<sup>1)</sup> Atsuko Funakoshi<sup>2)</sup>  
Kumi Sasaki<sup>2)</sup> Ayami Yoshimoto<sup>3)</sup> Hideaki Ohta<sup>1)</sup>

(2013年11月27日受理)

### 緒言

植物コンニャクの出産地は、東南アジアの熱帯から亜熱帯地方といわれており、わが国には、サツマイモと一緒に伝来した説と仏教とともに伝わったという説がある。コンニャクを食用としている地域は日本、中国、ミャンマー、韓国の各国であり、コンニャクの原料となるコンニャクイモの2012年度（平成24年度）の日本での収穫量は67,000tとなっている。主産地は群馬県（92.1%）で、第2位栃木県（3.0%）、第3位茨城県（1.4%）と続き、全国の約95%は北関東で生産されている<sup>1)</sup>。

コンニャクグルコマンナン（Konjac glucomannan；KGM）は、植物分類上サトイモ科に属しており、*Amorphophallus konjac* K. Kochの塊茎（芋）中に含まれる貯蔵性の水溶性多糖類で、約0.1～1.0mmの微粒子として存在している。村田の研究によると塊茎（芋）中には約10%程度のKGMが存在している<sup>2)</sup>。こんにゃく製粉は、原料由来や製造工程などに

より、亜硫酸塩やトリメチルアミンなどの不純物が含まれており、食物繊維含量も低いが、アルコールなどを用いて製粉したKGMは、不純物がほとんどなく食物繊維含量も95%以上と高い<sup>3)</sup>。また、製粉したこんにゃく粉の平均粒子径は約300 $\mu$ mであるが、KGMでは平均粒子径が約100～300 $\mu$ m程度と幅広い粒子径に分布しているのが特徴である<sup>4)</sup>。KGMの化学構造式を図1示す。KGMの基本構造は、 $\beta$ -1,4結合したD-グルコースとD-マンノースからなる主鎖に分岐構造をもち、平均19個の糖残基ごとに1つのアセチル基が付いているとされている<sup>5)</sup>。主鎖のグルコースとマンノースの比率は1:2～2:3であり、その平均分子量は通常100万以上を示し、天然多糖類の中では最大であると考えられている<sup>6)</sup>。

KGMの水溶液は極めて高い粘性を示し約200倍以上に膨潤する。KGMを構成する糖は、 $\beta$ -1,4結合により結合されているため、ヒトの消化酵素によりほとんど分解されないため、ヒトの消化器ではあ

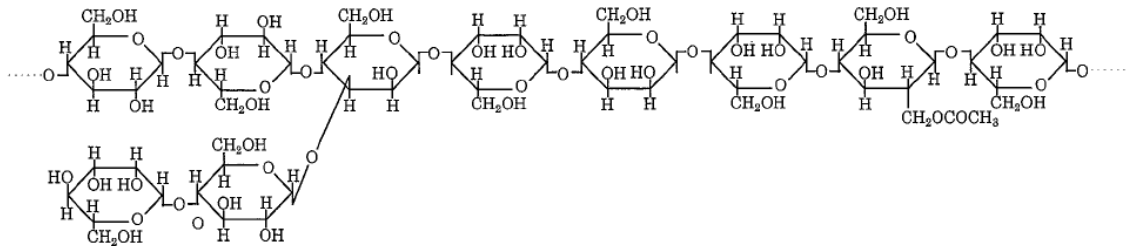


図1 コンニャクグルコマンナン構造式

別刷請求先：矢羽田歩，中村学園大学栄養学部，〒814-0198 福岡市城南区別府 5-7-1

E-mail：ayahada@nakamura-u.ac.jp

1) 中村学園大学栄養学部 2) 中村学園大学短期大学部食物栄養学科

3) 中村学園大学大学院栄養科学研究科

まり変化せず通過する。ヒトの消化酵素により変化しないということは、高分子を保持した状態で胃・小腸を通過し大腸に達することで、小腸における栄養の吸収に影響を及ぼすとともに、大腸においては生息する腸内細菌に栄養を与え、糞の通過速度と量に影響を与える。食物繊維として多機能を有するKGMは多くの研究がなされ、これまでに血清コレステロールの低下作用<sup>7,8)</sup>、血糖調節作用<sup>9,10)</sup>、便秘改善効果<sup>11)</sup>、体重減少効果<sup>7)</sup>などの報告がされている。

一方、超高齢社会といわれるわが国においてバリアフリー化など高齢者にとって快適な生活が送れるような社会のシステムに焦点が当てられている。加工食品においてもユニバーサルデザインフードなど咀嚼や嚥下の困難な方に向けた商品が開発されている。KGMは増粘剤としての天然の食品添加物であり、微細化技術により調製された微細化コンニャクグルコマンナン（微細化KGM）は、その高吸水性・分散性を増強した食品素材となる。このため高齢者対応加工食品への利用が期待できる素材である。

これまでに、KGM添加による食品への影響を研究した論文は、そのほとんどが高粘度のとろみ食やゼリー化に関するものであり、低粘度の液状食品（ジュースなど）における報告は少ない。また、液状食品に微細化KGM添加による品質への影響について経時的に調査された報告は見当たらない。そこで本研究では液状食品への適用を念頭に、微細化KGMを添加した野菜ジュースを試作し、その品質保持期間を明らかにするため官能評価および理化学試験による試験を行った。

## 実験方法

### 実験Ⅰ 液状食品への添加濃度の検討

#### (1) 試料

微細化KGMは有限会社石橋屋にて粉碎・調製されたKGMを試験に供した。すなわち、剪断式粉碎機にてKGMの粉碎を行い、分級作業を行うことで、KGMの粒径を100 $\mu$ m $\pm$ 10に調製されたものを用いた。

モデル飲料に用いた野菜ジュースは、カゴメ株式会社にて調製された飲料を用いた。モデル飲料の品質内容を表1に示す。

#### (2) 官能検査

液状食品への適用可能な微細化KGM濃度を検討するため、野菜ジュースに添加量を0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2%になるように調製した5種類の

表1 モデル飲料の品質内容

原材料	トマト、ニンジン、紫ニンジン、リンゴ、レモン、レモンフレーバー（野菜：71%、果実：29%）
糖度	11.2
酸度（%）	0.62
pH	4.0未満
糖酸比	18
$\alpha$ -カロテン（mg/100g）	1.0
$\beta$ -カロテン（mg/100g）	2.2
リコピン（mg/100g）	5.0

微細化KGM添加野菜ジュースを用いた。パネリストとして野菜ジュースに慣れた（2ヶ月間週3回以上、一回につき100ml試飲することで訓練した）20名（男性：2名、女性：18名、平均年齢23.0歳）の協力を得て、普通を0とした $\pm$ 3点の7段階嗜好尺度法を用いて、色、香り、酸味、甘味、とろみ感、後味、総合評価［おいしさ］を評価した。結果は、二元配置分散分析後、Tukey法を用いて多重比較を行い、 $p < 0.05$ で有意差ありと判定した。

#### (3) 溶液pHによる減弱性評価試験

pHを3.8と4.2に調製したクエン酸緩衝液に、微細化KGMをそれぞれ0, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0%となるように添加・調製した。調製した試料は、5℃または25℃の条件下で24時間保管した後に試験に供した。

粘度の減弱性の評価試験は、調製したモデル溶液200mlを20℃の恒温槽に10分間放置した後、室温にてB型粘度計（BLⅡ，東機産業（株）製）を用いて評価を行った。測定は、0, 0.05, 0.1%溶液はBLローター，60rpm，0.5%溶液は3号ローター，12rpm，1.0%は4号ローター，12rpmの条件で分析し、開始1分後の値の示度を粘度とした。

### 実験Ⅱ 貯蔵中における品質保持特性の評価

#### (1) 試料

微細化KGMをそれぞれ0, 0.01, 0.05, 0.1%になるように添加した後、20℃または30℃で1, 2, 4, 6ヶ月保存したものを用いた。また、対照として微細化KGM無添加の野菜ジュースを5℃で保存したものを用いた。

## (2) 官能評価

パネリストおよび評価方法は、実験 I と同様の方法で行った。

## (3) 理化学試験

### 3-1 糖度

糖度は、ろ過したサンプルのろ液を試料とし、屈折計 (Milton Roy Co. 製) を用いて室温条件下で測定した<sup>12)</sup>。

### 3-2 pH

pH は pH 計 (HORIBA 社製) を用いて室温条件下で測定した。

### 3-3 色調

色調 ( $L^*$  値,  $a^*$  値,  $b^*$  値) は、試料 5 ml を所定のガラスセル (内径: 30mm) に入れ、測色色差計 (日本電色社製, カラーメーター ZE6000型) による反射方式により測定した。

### 3-4 粘度

粘度は、200ml のガラス製サンプル容器に 180g のサンプルを入れ 20℃ の恒温槽に 10 分間放置後、B 型粘度計 (東機産業社製) を用いて室温条件下で測定した。評価には、BL ローター, 60rpm の条件で開始 1 分後の測定値を用いた。

### 3-5 アントシアニン含量

試料より 1 % 塩酸-メタノール混合溶液を用いて抽出を行い、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) で分析を行った<sup>13,14)</sup>。カラムは RP-18 column (250×4.6mm, 5 $\mu$ m, Phenomenex 社製), 流速 0.5ml/min, 移動相は水: アセトニトリル: ギ酸 (87: 3: 10, v/v/v) 溶液 (溶液 A) および水: アセトニトリル: ギ酸 (40: 50: 10, v/v/v) 溶液 (溶液 B) を用いたグラジエント方式, 検出波長 520nm で分析を行った。

### 3-6 $\alpha$ , $\beta$ -カロテンおよびリコピン含量

試料 4 ml にヘキサン: エタノール: アセトン: トルエン (10: 6: 7: 7, v/v/v/v) 混合溶液 30ml および 40% メタノール性 KOH 溶液 6 ml を添加後 1 分間振とうし、暗所にて 16 時間静置した。ケン化後ヘキサンを 30ml 加え混和した後に 10% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液で 100ml に定容した。定容した溶液を振とう, 1 時間暗所に静置後, 上清を濃縮乾固し 40% エタノールを 5 ml 加え, 10 分間超音波抽出したものを 40% エタノールで 10ml に定容し抽出液とした。分析は HPLC LC-10AD (島津社製) を用いた。カラムには carotenoid (YMC 社製, S-5 $\mu$ m, 250×4.6mm I.D.) を用い, カラム温度 40 度, 流速 1 ml/min, 移動相は, 0.05% トリメチルアミン含有メタノール: メチル-*tert*-ブチルエーテル (MTBE): 水 (83: 15: 2, v/v/v) 溶液 (溶液 A)

および 0.05% トリメチルアミン含有メタノール: MTBE: 水 (8: 90: 2, v/v/v) 溶液 (溶液 B) を用いたグラジエント方式, 検出波長 460nm で分析を行った<sup>15)</sup>。

### 3-7 抗酸化活性

試料 1 g にアセトン: 水: 酢酸 (70: 29.5: 0.5, v/v) を 10ml 加え, 室温にて, 30 秒間の攪拌後, 氷冷下で 5 分間超音波処理を行った。室温で 10 分間放置後, 再度室温にて 30 秒間攪拌を行い, 3000rpm で 10 分間の遠心分離を行い, 上清液を回収する操作を 2 回繰り返した。回収した上清液は 25ml に定容し抽出液とした。

#### 3-7-1 活性酸素吸収能 (ORAC: Oxygen Radical absorbance capacity)

色素 (抗酸化) 成分の退色試験は, 活性酸素吸収能 (ORAC) を用いて評価した。96穴プレート (ファルコン社製) に, 75mM リン酸緩衝液 (pH7.0) (Assay buf) で希釈した試料抽出液 20 $\mu$ l (C~F 列), 6.25-50 $\mu$ M Trolox (B, G 列) / Assay buf 溶液 20 $\mu$ l を分注した。94.4nM フルオレセイン / Assay buf 200 $\mu$ l を加え, 振とう攪拌後, 反応 0 分間蛍光強度 (Em.; 485nm, Ex.; 520nm) をマイクロプレートリーダー (コロナ電気社製, SH-9000) で測定した。その後, マイクロプレートを 37℃ にて 10 分間加温し, 31.7mM AAPH (2,2'-azobis dihydrochloride) / Assay buf 75 $\mu$ l を分注, 振とう攪拌後, 反応を開始させ 2 分間隔で 90 分間蛍光強度を測定した<sup>16)</sup>。ORAC は試料 1 g 当たりの Trolox 相当量 ( $\mu$ mol-TE/g) として算出した。

#### 3-7-2 遊離型ポリフェノール含量 (フォーリンチオカルト法)

希釈した試料抽出液 1.0mL に 10% フェノール試薬 5 mL を添加し, 攪拌後 3~8 分間の室温放置を行った。7.5% 炭酸ナトリウム溶液 4 mL を加え攪拌後, 60 分間室温放置を行い, 765 nm の吸光度を分光光度計 (島津社製, UVmini1240) にて測定した。遊離型ポリフェノール含量は, 試料 1 g 当たりの没食子酸相当量 (mg-GAE/g) に換算した<sup>17)</sup>。

### 3-9 香気成分の保香性

香気成分の保香性は, ヘッドスペース SPME (Solid-phase microextraction) 法を用い GC (島津社製 GC-14A) を用いた GC 分析により評価した<sup>18)</sup>。バイアル瓶に試料 1 mL を採取し, 内部標準物質として 1% シクロヘキサノールを 10 $\mu$ l 加えた後, 密閉し 50℃ で 5 分間加温した。そのヘッドスペースガス中に 75 $\mu$ m Carboxen-PDMS ファイバー (SUPELCO 社製) を 20 分間挿入し, 揮発性成分を吸着させた。このファイバーを 260℃ に設定したイ

ンサート部分でスプリットレスの状態にし、10分間吸着した揮発成分を脱離させた。その際に、キャピラリーカラムの一部を液体窒素に浸漬するクライオフォーカシングを用いて行った。カラムは、DB-WAX (0.25mmI.D. ×60m, 膜厚0.25μm, J & W 製) を用い、カラム温度は40℃から230℃まで3℃/min で昇温し、10分間保持した。キャリアガスにはヘリウムを使用し、流速は1.0ml/min とした<sup>19)</sup>。

**実験結果**

(1) 液状食品への添加濃度の検討結果

ヒトによる官能評価を行い、製品に適用可能な微細化 KGM の添加濃度の検討を行った。官能評価の結果を図2に示した。官能評価の結果、保存0カ月では0.2%添加区が香り、酸味、甘味、総合評価の項目で有意に低い値を示した。また、とろみ感においては有意に高い結果を示した。

また、クエン酸緩衝液で pH 調整を行ったモデル溶液の粘度測定の結果、0.5%、1.0%添加区では粘度1000mPa・s を超えており、ジュース等の液状食品の粘度は通常100mPa・s 未満である<sup>20)</sup> ことから KGM の適用は困難であると判断された (図3)。

(2) 経時変化試験による品質保持特性の評価結果

1. 官能評価結果

官能評価の結果を図4～11に示した。保存1カ月では、20℃保存区では0.1%添加区において対照区および0%添加区と比較して、香りの項目で有意に低い結果がみられた。また、総合評価の項目

では0.1%添加区と0%添加区および0.01%添加区の間に有意な差がみられた (図4)。また、30℃保存区では、色および後味の項目で0.1%添加区の評点が対照区と比較して有意に低下した (図5)。保存2カ月では、20℃保存区は香りの項目で0.1%添加区は0.05%添加区と比較して有意に低い評点を示したが、1ヶ月時と比較して評点の差は小さくなった (図6)。また、30℃保存区においては、香りの項目ですべての添加区が対照区と比較して有意な低下を示した (図7)。保存4カ月では、20℃保存区は対照区と比較して色の項目では0.01%添加区と、香りの項目では0.05%添加区の間に有意に低い評点を示したが、添加区間において差異は認められなかった (図8)。30℃保存区では、2カ月時と同様に、色の項目ですべての添加区が対照区と比較して有意な低下を示した。また香りの項目で対照区と比較して0%添加区および

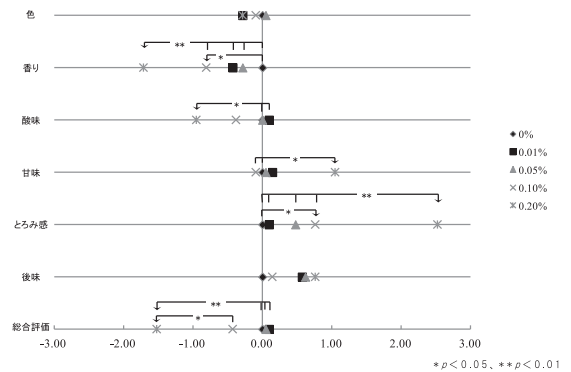


図2 官能試験結果

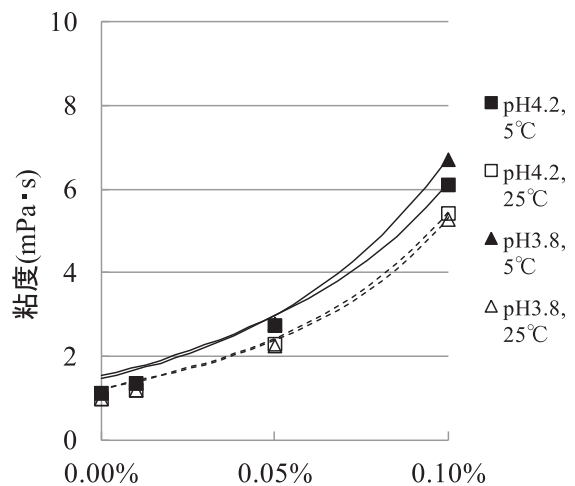
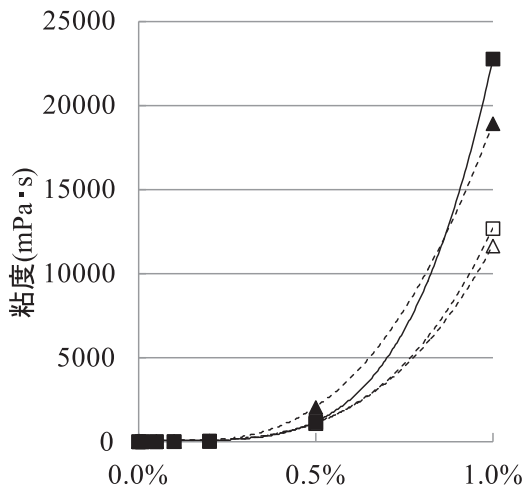


図3 pH調整を行ったモデル溶液の粘度測定

0.1%添加区で有意な差がみられた(図9)。保存6ヵ月では、20℃保存区では色の項目で0.01%、0.05%、0.1%の項目で対照区と比較して有意に低い値を示した。また香りの項目で0.1%添加区は対照区と比較して有意に低い評点を示した。(図10)。30℃保存区では、2ヵ月時と同様に、色の項目ですべての添加区が対照区と比較して有意な低下を示した(図11)。

2. 理化学試験結果

理化学試験の結果を表2, 3に示す。糖度およびpHについては、微細化KGM添加ジュース区と対照区との間に経時変化の差は見られなかった。色調については、経時変化により試験開始時と比較して色調が大きく変化したが、添加区と対照区との間に差は見られなかった。粘度については、0.05%、0.1%濃度で経時変化により粘度がわずかに増加したが、大きな変化は見られなかった。色素成分であ

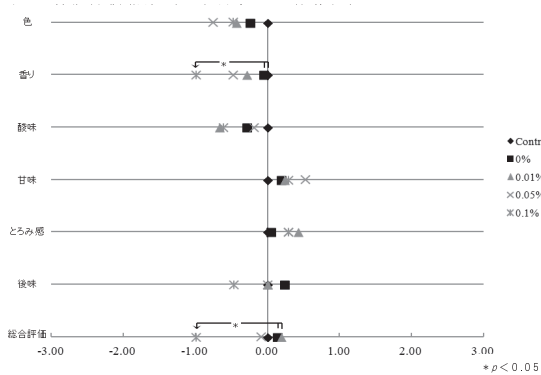


図4 官能評価結果 (1ヶ月、20℃保存区)

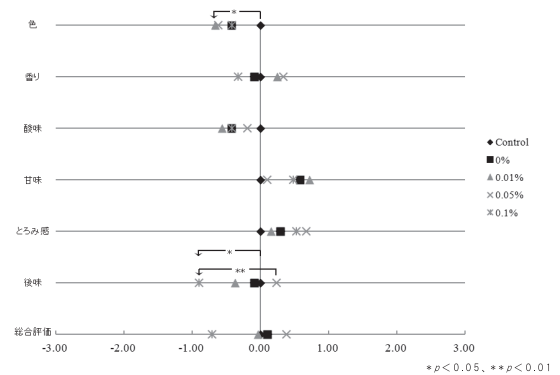


図5 官能評価結果 (1ヶ月、30℃保存区)

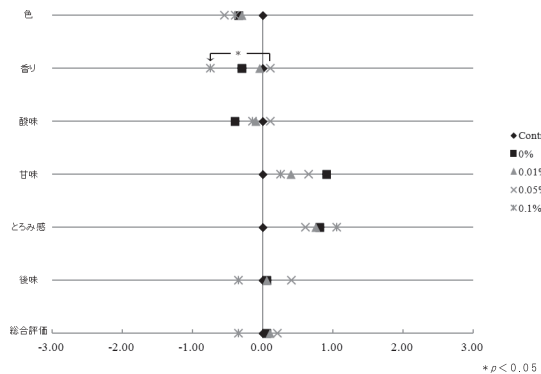


図6 官能評価結果 (2ヶ月、20℃保存区)

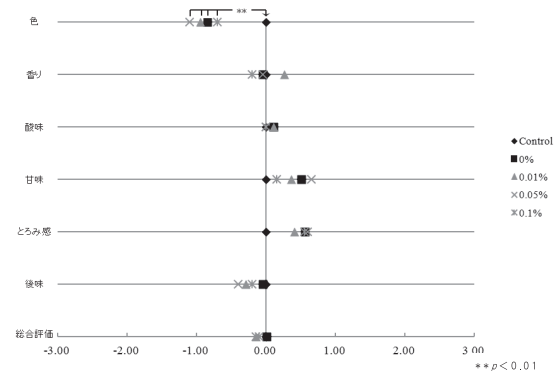


図7 官能評価結果 (2ヶ月、30℃保存区)

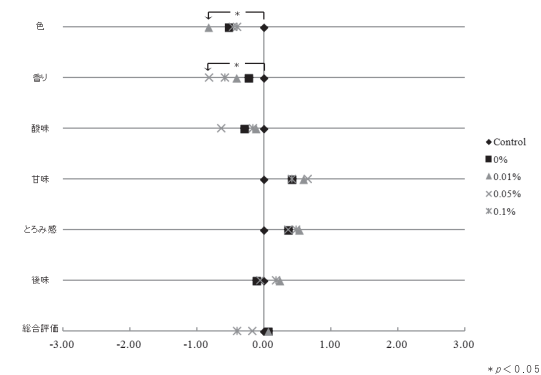


図8 官能評価結果 (4ヶ月、20℃保存区)

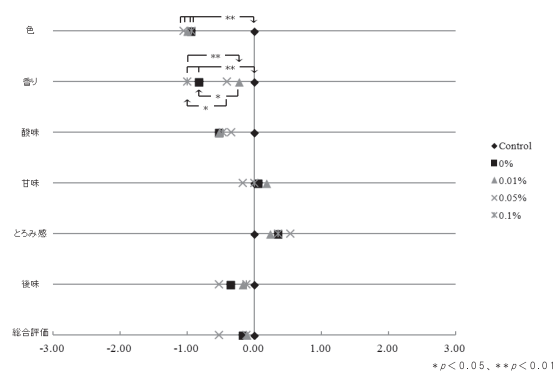


図9 官能評価結果 (4ヶ月、30℃保存区)

るアントシアニンについては、6カ月の経時変化により著しい減少がみられたが、KGM添加区と対照区との間に経時変化の差は見られなかった。カロテノイドについては、 $\alpha$ -カロテン、 $\beta$ -カロテン、リコピンいずれにおいても添加区と対照区との間に経時変化の差は見られなかった。抗酸化活性を評価するORACでは、20℃保存区、30℃保存区いずれにおいても若干の増減はみられたものの大きな変化は観察されなかった。遊離型ポリフェノール含量は、20℃保存区、30℃保存区ともに若干の増減はみられたものの大きな変化は観察されなかった。

香気成分（総量）については、対照区では0カ月から6カ月にかけて漸減傾向がみられたが、添加区では増加傾向がみられた（図12）。香気成分としてカンキツ系に香りの主成分である炭化水素（リモネン）の経時変化を図13に示す。香気成分の総量の結果と同様に、無添加区（20℃保存区）では0カ月から6カ月にかけて漸減傾向がみられたが、一方、KGM添加区では反対に増加傾向がみられた。特に0.05%、0.1%添加区において香気総量増加の割合が大きく、香気成分が微細化KGMに保持され、保存過程において徐々に放出される傾向にあること

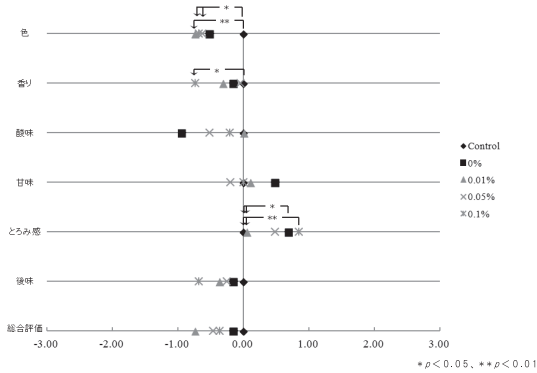


図10 官能評価結果（6ヶ月、20℃保存区）

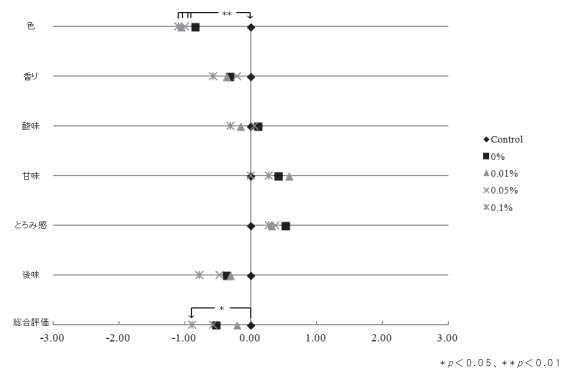


図11 官能評価結果（6ヶ月、30℃保存区）

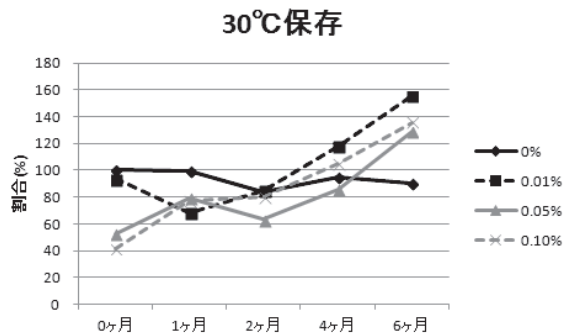
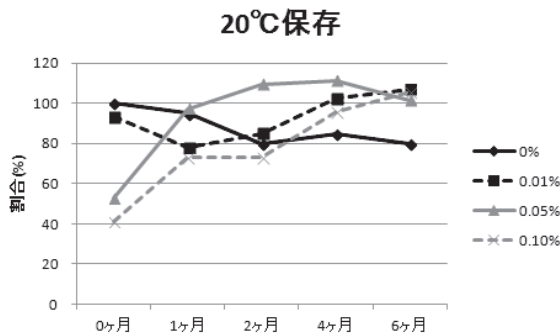


図12 香気成分（総量）の経時変化

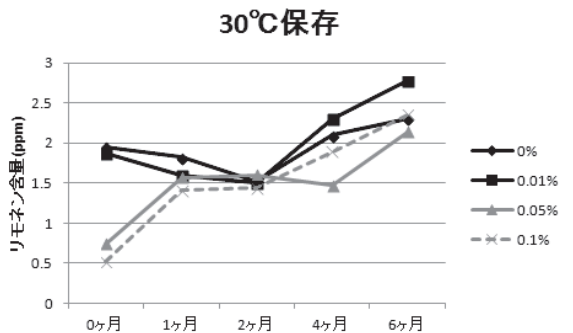
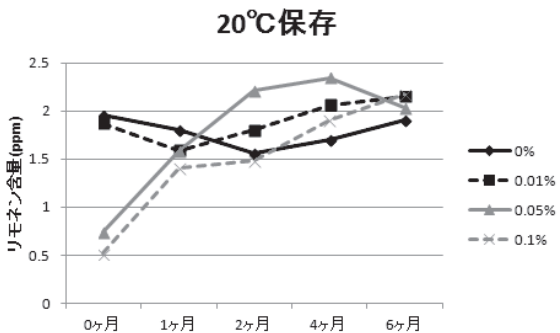


図13 炭化水素（リモネン）の経時変化

表2 理化学試験結果 (20°C)

		20°C							
		0%		0.01%		0.05%		0.10%	
糖度	0か月	11.09	± 0.05	11.09	± 0.05	11.09	± 0.04	11.09	± 0.04
	1ヶ月	11.21	± 0.06	11.18	± 0.04	11.17	± 0.03	11.20	± 0.05
	2か月	11.18	± 0.04	11.20	± 0.03	11.19	± 0.05	11.13	± 0.03
	4か月	11.17	± 0.04	11.08	± 0.02	11.13	± 0.04	11.13	± 0.05
	6か月	11.19	± 0.03	11.21	± 0.05	11.19	± 0.05	11.19	± 0.04
pH	0か月	3.88	± 0.01	3.89	± 0.01	3.89	± 0.01	3.88	± 0.01
	1ヶ月	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01
	2か月	3.89	± 0.01	3.89	± 0.01	3.86	± 0.01	3.87	± 0.01
	4か月	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.88	± 0.01	3.87	± 0.01
	6か月	3.85	± 0.01	3.85	± 0.01	3.85	± 0.01	3.85	± 0.01
色差 (ΔE)	0か月	0.00	± 0.00	0.00	± 0.00	0.00	± 0.00	0.00	± 0
	1ヶ月	0.42	± 0.00	0.55	± 0.00	0.42	± 0.00	0.56	± 0
	2か月	0.42	± 0.00	0.42	± 0.00	0.42	± 0.00	0.70	± 0
	4か月	1.28	± 0.01	1.07	± 0.01	1.14	± 0.00	1.28	± 0.01
	6か月	1.41	± 0.01	1.42	± 0.02	1.35	± 0.01	1.42	± 0.01
B型粘度 (mPa·s)	0か月	67.1	± 3.85	55.2	± 3.33	38.0	± 3.33	34.4	± 0.77
	1ヶ月	56.9	± 2.45	46.6	± 1.40	41.4	± 1.40	36.8	± 1.98
	2か月	61.8	± 1.77	48.3	± 9.66	35.2	± 9.66	37.3	± 0.75
	4か月	62.5	± 4.64	55.7	± 7.30	39.6	± 7.30	37.7	± 3.30
	6か月	69.2	± 3.64	51.4	± 4.90	32.0	± 4.90	34.4	± 0.44
アントシアニン (mg/100ml)	0か月	13.25	± 0.21	12.50	± 0.15	12.61	± 0.20	12.25	± 0.17
	1ヶ月	10.56	± 0.17	10.12	± 0.12	10.10	± 0.17	10.68	± 0.16
	2か月	9.33	± 0.12	9.64	± 0.10	9.66	± 0.08	9.40	± 0.09
	4か月	9.45	± 0.13	9.33	± 0.09	9.21	± 0.06	9.58	± 0.09
	6か月	8.36	± 0.09	8.16	± 0.07	7.86	± 0.05	8.51	± 0.08
α-カロテン (mg/100ml)	0か月	0.89	± 0.015	0.66	± 0.013	0.85	± 0.003	0.85	± 0.023
	1ヶ月	0.90	± 0.021	0.91	± 0.006	0.81	± 0.001	0.82	± 0.024
	2か月	0.97	± 0.005	0.88	± 0.006	0.94	± 0.004	0.84	± 0.007
	4か月	0.96	± 0.007	0.95	± 0.032	0.91	± 0.031	0.80	± 0.016
	6か月	1.14	± 0.016	1.11	± 0.014	1.12	± 0.013	1.07	± 0.013
β-カロテン (mg/100ml)	0か月	2.25	± 0.02	2.20	± 0.07	2.23	± 0.04	2.24	± 0.14
	1ヶ月	2.11	± 0.12	2.10	± 0.01	2.11	± 0.06	2.11	± 0.14
	2か月	2.23	± 0.00	2.30	± 0.01	2.12	± 0.01	2.10	± 0.09
	4か月	2.20	± 0.05	2.10	± 0.13	2.11	± 0.16	2.22	± 0.09
	6か月	2.11	± 0.07	2.00	± 0.08	2.10	± 0.06	2.19	± 0.07
リコピン (mg/100ml)	0か月	5.23	± 0.14	5.31	± 0.01	5.03	± 0.02	5.02	± 0.03
	1ヶ月	5.04	± 0.18	5.01	± 0.05	5.04	± 0.03	4.69	± 0.11
	2か月	5.24	± 0.05	4.94	± 0.02	5.18	± 0.01	4.82	± 0.03
	4か月	4.63	± 0.03	4.49	± 0.03	4.45	± 0.03	4.73	± 0.01
	6か月	4.82	± 0.13	4.76	± 0.07	4.80	± 0.06	4.94	± 0.02
ORAC (μmol-TE/g)	0か月	14.17	± 1.15	14.67	± 0.58	15.83	± 0.76	14.83	± 0.29
	1ヶ月	17.50	± 1.32	15.83	± 1.76	17.17	± 4.54	16.83	± 4.91
	2か月	14.67	± 0.29	16.50	± 0.00	16.67	± 2.08	15.50	± 0.50
	4か月	15.17	± 0.58	14.83	± 0.29	13.33	± 1.76	12.17	± 1.89
	6か月	14.30	± 0.80	15.70	± 1.60	17.30	± 0.30	14.30	± 2.80
遊離型ポリフェノール (mg-GAE/g)	0か月	0.87	± 0.006	0.79	± 0.029	0.86	± 0.008	0.86	± 0.015
	1ヶ月	0.99	± 0.097	1.17	± 0.133	1.04	± 0.021	1.03	± 0.004
	2か月	0.95	± 0.017	0.99	± 0.047	1.04	± 0.044	0.93	± 0.019
	4か月	0.85	± 0.022	0.83	± 0.001	0.85	± 0.006	0.82	± 0.032
	6か月	1.02	± 0.007	1.09	± 0.094	1.03	± 0.001	1.04	± 0.026

平均値 ± 標準偏差 (n ≥ 3)

表3 理化学試験結果 (30°C)

		30°C							
		0%		0.01%		0.05%		0.10%	
糖度	0か月	11.09	± 0.05	11.09	± 0.05	11.09	± 0.02	11.09	± 0.02
	1ヶ月	11.24	± 0.06	11.20	± 0.04	11.18	± 0.03	11.21	± 0.03
	2か月	11.24	± 0.04	11.18	± 0.06	11.20	± 0.05	11.20	± 0.05
	4か月	11.20	± 0.04	11.14	± 0.05	11.12	± 0.02	11.14	± 0.04
	6か月	11.19	± 0.03	11.24	± 0.04	11.18	± 0.03	11.24	± 0.05
pH	0か月	3.88	± 0.01	3.89	± 0.01	3.89	± 0.01	3.87	± 0.01
	1ヶ月	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01
	2か月	3.89	± 0.02	3.89	± 0.01	3.89	± 0.02	3.89	± 0.01
	4か月	3.87	± 0.01	3.86	± 0.01	3.88	± 0.01	3.87	± 0.01
	6か月	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01	3.86	± 0.01
色差 (ΔE)	0か月	0.00	± 0.00	0.00	± 0.00	0.00	± 0.00	0.00	± 0.00
	1ヶ月	1.42	± 0.01	1.14	± 0.02	1.28	± 0.00	1.14	± 0.00
	2か月	1.56	± 0.02	1.56	± 0.01	1.42	± 0.01	1.43	± 0.00
	4か月	2.21	± 0.02	2.42	± 0.02	2.14	± 0.01	2.70	± 0.01
	6か月	2.70	± 0.02	2.63	± 0.01	2.56	± 0.02	2.72	± 0.02
B型粘度 (mPa・s)	0か月	67.1	± 3.85	55.2	± 3.33	38.0	± 2.16	34.4	± 0.77
	1ヶ月	65.2	± 2.93	49.5	± 3.83	40.0	± 3.11	36.2	± 1.28
	2か月	68.4	± 4.78	50.4	± 5.32	40.3	± 0.47	35.7	± 1.21
	4か月	65.9	± 6.23	47.6	± 5.24	41.7	± 3.79	40.3	± 3.74
	6か月	59.4	± 3.48	55.9	± 2.42	42.0	± 0.79	38.2	± 0.31
アントシアニン (mg/100ml)	0か月	13.23	± 0.22	12.50	± 0.19	12.80	± 0.18	12.54	± 0.16
	1ヶ月	8.83	± 0.08	8.64	± 0.09	8.80	± 0.07	8.70	± 0.09
	2か月	6.44	± 0.03	6.42	± 0.00	6.41	± 0.05	6.40	± 0.10
	4か月	6.02	± 0.04	6.00	± 0.03	5.98	± 0.02	5.53	± 0.04
	6か月	4.83	± 0.02	4.85	± 0.02	4.80	± 0.01	4.86	± 0.01
α-カロテン (mg/100ml)	0か月	0.89	± 0.015	0.66	± 0.013	0.85	± 0.003	0.85	± 0.023
	1ヶ月	0.85	± 0.005	0.87	± 0.002	0.85	± 0.006	0.97	± 0.017
	2か月	0.75	± 0.015	0.81	± 0.014	0.70	± 0.010	0.78	± 0.002
	4か月	0.91	± 0.016	0.93	± 0.009	1.01	± 0.040	0.98	± 0.028
	6か月	1.08	± 0.007	1.05	± 0.007	1.16	± 0.010	1.09	± 0.018
β-カロテン (mg/100ml)	0か月	2.20	± 0.02	2.21	± 0.07	2.20	± 0.04	2.24	± 0.14
	1ヶ月	2.19	± 0.03	2.20	± 0.02	2.21	± 0.01	2.20	± 0.02
	2か月	2.31	± 0.08	2.33	± 0.08	2.10	± 0.04	2.08	± 0.03
	4か月	2.22	± 0.11	2.24	± 0.07	2.20	± 0.21	2.18	± 0.11
	6か月	2.16	± 0.05	2.10	± 0.04	2.14	± 0.03	2.13	± 0.06
リコピン (mg/100ml)	0か月	5.24	± 0.14	5.23	± 0.01	5.01	± 0.02	5.02	± 0.03
	1ヶ月	5.03	± 0.01	5.03	± 0.00	4.91	± 0.05	4.84	± 0.05
	2か月	4.88	± 0.05	5.37	± 0.08	4.84	± 0.13	4.82	± 0.08
	4か月	4.66	± 0.02	4.67	± 0.26	4.53	± 0.12	4.81	± 0.03
	6か月	4.89	± 0.08	4.92	± 0.02	4.80	± 0.03	4.98	± 0.05
ORAC (μmol-TE/g)	0か月	14.17	± 1.15	14.67	± 0.58	15.83	± 0.76	14.83	± 0.29
	1ヶ月	15.33	± 0.29	14.67	± 2.02	14.33	± 0.29	15.50	± 1.00
	2か月	14.67	± 0.58	14.33	± 0.58	15.33	± 1.53	14.33	± 1.76
	4か月	14.33	± 0.76	15.50	± 1.32	13.50	± 0.00	14.17	± 0.76
	6か月	13.30	± 1.00	14.80	± 1.00	14.20	± 0.80	15.00	± 0.00
遊離型ポリフェノール (mg-GAE/g)	0か月	0.87	± 0.006	0.79	± 0.029	0.86	± 0.008	0.86	± 0.015
	1ヶ月	0.97	± 0.014	0.92	± 0.029	0.93	± 0.025	0.95	± 0.040
	2か月	0.96	± 0.014	0.99	± 0.027	0.94	± 0.019	1.00	± 0.047
	4か月	0.84	± 0.009	0.85	± 0.011	0.84	± 0.013	0.84	± 0.015
	6か月	0.99	± 0.021	0.98	± 0.013	0.97	± 0.007	0.97	± 0.019

平均値 ± 標準偏差 (n ≥ 3)



が観察された。

## 考 察

高齢者を意識した液状食品への微細化 KGM の適用を念頭に、野菜ジュースの品質保持について検討を加えた。まず、微細化 KGM の添加量を調査した結果、野菜ジュースへの添加量は、官能評価および粘度の測定結果より 0.1% が上限であると考えられる。次に、試作した微細化 KGM 入り野菜ジュースの 0 か月から 6 か月までの保存中における品質変化を、官能評価および理化学試験により評価した。官能評価の結果、色については 30℃ 保存区においては保存 1 か月時点から変化が生じ、保存 4 か月時点では 20℃ 保存区でも有意な変化がみられた。他方、香りの変化は保存 4 か月時点で 20℃ 保存区、30℃ 保存区ともに有意な変化がみられたため、微細化 KGM 入り野菜ジュースの品質保持期限は 3 か月程度であると推察された。

理化学試験の結果でも保存中の品質の低下は微細化 KGM の添加によって抑えられなかった。しかしながら、香気成分が保存 4 か月～6 か月で無添加区よりも高い傾向にあった。このことは微細化 KGM の添加により d-リモネンなどの香気成分が微細化 KGM に吸着し、保存時間の経過とともに徐々に放出されることに起因すると示唆された。

## 結 論

微細化コンニャクグルコマンナン (KGM) 粉末が、人参ジュースとトマトジュースから成る、野菜ジュースの品質保持に及ぼす影響を、20℃ と 30℃ の 6 ヶ月間貯蔵において調査した。官能評価および粘度による嗜好性許容の観点から、最大添加量は 0.1% であった。0.1% KGM 添加区の品質は、20 と 30℃ 貯蔵で徐々に劣化していた。一方、固相マイクロ抽出法に基づくヘッドスペースガスのガスクロマトグラフ分析および官能評価は、無添加区に比べて、0.1% KGM 添加区の香気が 4 ヶ月間保持されていたことを示した。これらの結果から、0.1% KGM 添加野菜ジュースの品質保持期間は常温で 3 か月程度 (4 ヶ月より短い) と見積もられた。

## 謝 辞

本研究の微細化コンニャクグルコマンナンの提供を頂いた (有) 石橋屋に感謝いたします。また、野菜ジュースの調製と色素分析はカゴメ株式会社総合研究所の協力によるものである。ここに記して深謝

致します。

## Abstract

Effect of fine-ground Konjac Glucomannan (KGM) powder on the quality maintenance of vegetable juice, which consisted of carrot and tomato juices, was investigated during storage for 6 months at 20 and 30 °C. The maximum addition of KGM to the vegetable juice was 0.1% for preference acceptance by sensory evaluation and viscosity. The quality of vegetable juice mixed with 0.1% of KGM powder was deteriorated gradually during storage. Meanwhile, the solid phase micro-extraction gas chromatographic analysis of head space and sensory evaluation of sample juice showed that aroma of vegetable juice mixed with 0.1% of KGM powder was kept for 4 months, compared with control (no addition). From these data, it was estimated that shelf life of vegetable juice mixed with the fine-ground Konjac glucomannan (KGM) powder was approximately 3 months (shorter than 4 months).

## 参考文献

- 1) 農林水産統計平成24年度こんにゃく県別生産量報告, (2012)
- 2) 村田孝雄: コンニャクマンナンの生合成に関する研究 (第 1 報) 生育にともなう炭水化物含有量の変化, 日本農芸化学会誌, 46(1), 1-7 (1972)
- 3) 清水化学株式会社: 速溶性コンニャクマンナンの製造方法, 特開2008-206404
- 4) 西成勝好監修: 食品マイクロコロイドの開発と応用, シーエムシー出版, p272-286 (2007)
- 5) K. Nishinari, P. A. Williams, G. O. Phillips: Review of the physico-chemical characteristics and properties of konjac mannan, *Food Hydrocoll.*, 6, 199-222 (1992)
- 6) 沖増哲編著, こんにゃくの科学, 溪水社, (1994)
- 7) D. E. Walsh, V. Yaghoubian, A. Behforooz: Effect of glucomannan on obese patients: a clinical study, *Int. J. Obesity*, 8, 289-293 (1984)
- 8) M. Y. Zhang, C. Y. Huang, X. Wang, J. R. Hong, S. S. Peng: The effect of foods containing refined Konjac meal on human lipid metabolism. *Biomed. Environ. Sci.*, 3, 99-105 (1990)
- 9) 土井邦紘, 松浦省明, 馬場茂明: 食物繊維と糖尿病, *ファルマシア*, 17(3), 204-208 (1993)

- 10) Doi K., Matsuura M., Kawara A., Baba S.: Treatment of diabetics with glucomannan (konjac mannan). *Lancet*, 1, 987-988 (1979)
- 11) Passaretti S, Franzoni M, Comin U, Donzelli R, Rocca F, Colombo E, Ferrara A, Dinelli M, Prada A, Curzio M: Action of glucomannans on complaints in patients affected with chronic constipation: a multicentric clinical evaluation. *Ital J Gastroenterol.* 23(7):421-5 (1991)
- 12) 社団法人日本果汁協会監修, 最新 果汁・果実飲料事典, 朝倉書店, 568-569 (1997)
- 13) 木村進編: 食品の変質の化学, 光琳, 56-57 (1995)
- 14) E. C. Montilla, M. R. Arzaba, S. Hillebrand, P. Winterhalter: Anthocyanin Composition of Black Carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) Cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. *J. Agric. Food Chem.*, 59 (13), 7068-7074 (2011)
- 15) K. Aizawa, T. Inakuma: Quantitation of Carotenoids in Commonly Consumed Vegetables in Japan, *Food Sci. Technol. Res.*, 13(3), 247-252 (2007)
- 16) Prior R. L., Hoang H., Gi L., Wu X., Bacchiocca M., Howard L., Hampsch-Woodill M., Hoang D., Ou B., Jacob R. A.: Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC<sub>FL</sub>) of plasma and other biological and food samples, *J. Agric. Food Chem.*, 51, 3273-3279 (2003)
- 17) A. Yoshida, K. Sonoda, Y. Nogata, T. Nagamine, M. Sato, T. Oki, S. Hashimoto, H. Ohta: Determination of free and bound phenolic acids, and evaluation of antioxidant activities and total polyphenolic contents in selected pearled barley, *Food Sci. Technol. Res.*, 16, 215-224 (2010)
- 18) A. Hashimoto, K. Kojima, K. Sakamoto: Validity of SPME cryofocusing in analysis of volatile components in orange juice, *Food Sci. Technol. Res.*, 12, 295-298 (2006)
- 19) K. Yamamoto, A. Yahada, K. Sasaki, K. Sakamoto, K. Ogawa, H. Ohta: Multivariate analyses and characterization of volatile components in citrus species, *Food Sci. Technol. Res.*, 19, 39-49 (2013)
- 20) 川崎種一: 流動食品の粘度データ, *New Food Industry*, 23(1), 84-86 (1981)