

柿果皮の粉末化と食品への適用

Powderization of persimmon peel and its application as an additive for foods

山本 奈美

Nami YAMAMOTO

(和歌山大学教育学部家政教室)

山口 真範

Masanori YAMAGUCHI

(和歌山大学教育学部化学教室)

2012年10月17日受理

Abstract

To utilize a persimmon peel, which is generated by processing of fresh-cut and dried persimmon, a powderization of the peel and its application to additive use for foods were examined. The peel powder was processed by the combination of soaking within the 1% pectinase solution at 4 °C and drying by freeze dryer. The powder consists of individual cell matrices which maintained its shape. Although an ascorbic acid in the fruit and peel was mostly decomposed by soaking within the pectinase solution, a Beta-cryptoxanthin (β -CRP) was remained approximately 16 μ g/1g. The bread crumb color was changed by addition of the peel powder. The texture of the baked bread crumb had no significant differences with their additive percentages of the powder up to 5 % of weight. The confectionery color became vivid orange by addition of peel powder. The persimmon peel powder could be use as an additive for food.

1. はじめに

和歌山県は日本有数の果実生産県であり、梅、みかん、柿は日本一の生産量を誇る。平成23年産における柿の収穫量は全国で207,500トン、うち約25%にあたる42,300トンを和歌山県が占めている¹⁾。柿はその歴史が長く、平安時代から利用されていたと考えられており、生食以外に伝統的な食品として干し柿に加工されることが多い。ただしその消費が限られているため、新たな加工品への適用も検討されている²⁾。

干し柿の加工工程では第一段階として剥皮操作が行われる。その際に排出される果皮の量は干し柿の生産量¹⁾から推定するとかなり多いと思われる。また近年は利便性のあるカットフルーツの需要が大きいため、生食用途の甘柿であっても剥皮された加工品としてのニーズは高まっている。このため加工残渣としての果皮の廃棄量は将来的に増加すると考えられており、何らかの対策が必要である。一方、柿には甘柿、渋柿に関わらず、発がん抑制作用を有するとされる β -クリプトキサンチンが豊富に含まれており、その含有量は果肉よりも果皮に多いことが報告されている³⁾。これら機能性成分利用の観点からも柿果皮の有効活用が望まれている。

一般に、柿果実の剥皮には刃物を用いた物理的な処理が適用されるが、最近では酵素を用いた新たな剥皮技術も開発されている⁴⁾。酵素処理で剥皮した場合、柿

果皮は単細胞化した状態で副産物化する。単細胞化された状態はシングルセルとして知られ⁵⁾、機能性成分の維持にも有効であると考えられる。本研究では、柿果皮の食品素材としての有効活用を目的として、酵素処理された果皮の粉末化および得られた粉末のパン、白飴への添加を検討した。

2. 材料および方法

(1) 供試材料およびその調製方法

供試材料として、富有柿(2009~2011年和歌山県産、平均重量 212.7 ± 8.6 g)を用いた。酵素液として、プロトペクチナーゼS-IGAを用いた。包丁を用いて柿果実を剥皮後、得られた果皮を1%酵素液中に4°Cで約2日間浸漬し、酵素を果皮に作用させた。酵素液中で分離した果皮組織は、遠心分離(10×10^3 rpm、5分間)、減圧濾過によりペースト状とし、ブライン凍結法(-40°C)で予備凍結のち凍結乾燥機(FDU-1200, EYELA)を用いて2日間乾燥させた。乾燥後はミルミキサーで粉末化した。なお比較のため、酵素処理の代わりにミルミキサーで機械粉碎し、凍結乾燥して得られた粉末も調製した。剥皮された果皮は生果重量に対して約16%、凍結乾燥で得られた果皮粉末の重量は、剥皮時の生果皮に対して約1.6%であった。

(2) 果皮粉末の成分および顕微鏡観察

果皮組織に含まれるアスコルビン酸および柿から抽出したカロテノイド(β -クリプトキサンチン)を粉末調製の各過程で定量した。アスコルビン酸は反射型光度計(RQフレックス, 関東化学)を用いて測定した。 β -クリプトキサンチンの分析には、フォトダイオードアレイ(SPD-M20A)を接続、逆相カラム(東ソー社製: TSK-gel ODS 100V 150 x 4.6 mm)を装着した高速液体クロマトグラフィー(UFLC, 島津製作所)を用いた。酵素処理後のペーストは落射型顕微鏡(Axioplan2, Zeiss)、凍結乾燥後の粉末は走査型電子顕微鏡(VE-9800, キーエンス)をそれぞれ用いて観察した。

(3) パン、白餡の作製および品質測定

柿果皮粉末は、加熱加工品としてパンへの添加を試みた。また非加熱加工例として白餡の着色への適用を試みた。パンは作製条件を一定にするため、ホームベーカリー(SD-BH103, パナソニック)を用いてを調製した。原料の配合は説明書に示された分量に従い、強力粉250g、砂糖17g、バター10g、塩5g、スキムミルク6g、水180ml、ドライイースト2.8gとした。柿果皮粉末は、強力粉の1%、3%、5%となるよう3段階に設定の上、添加した。比較のため粉末を添加しないパンも標準として調製した。材料は練ってねかした後、再度生地を練り、発酵、焼き上げた。焼き上がり後はただちにホームベーカリー内から取り出し、室温で1時間放冷後、測定に供した。

パンの体積、比重は菜種法により測定した。クラム部の色調は、パン中央部を切断し色差計(CR-13, コニカミノルタ)を用いて測定し、 L^* 、 a^* 、 b^* 値を評価した。クラム部のテクスチャーは、縦4cm×横4cm×厚さ2.5cmに切り出した試料に対してレオナー(RE-33005, 山電)により測定した。測定条件は大藪らの方法⁶⁾に倣い、プランジャー: No. 3(直径1.6cm, 円柱状)、圧縮スピード: 1mm/sec、70%圧縮、運動回数: 2回とした。

白餡へは粉末が1%、3%、5%となるよう添加し、上記の色差計を用いて L^* 、 a^* 、 b^* 値を測定、色調を評価した。

3. 結果および考察

(1) 果皮および果皮粉末の特性

生果および酵素処理後の試料中に含まれるアスコルビン酸量を図1に示す。生果中のアスコルビン酸量は、可食される果肉部よりも果皮部に多く含まれていた。ただし酵素処理後は果皮部、果肉部ともにアスコルビン酸量の低下が著しく、特に酵素処理後の果実中ではアスコルビン酸がほぼ消失していた。一方、図には示していないものの、果皮部に含まれる β -クリプトキサンチン量は、酵素処理・凍結乾燥の過程を経て粉末化

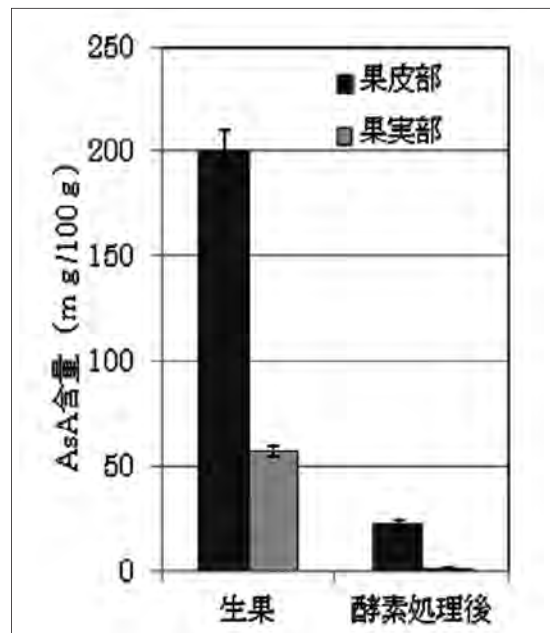


図1 生果および酵素処理後の柿果実部および果皮部アスコルビン酸含有量

した後も1gあたり約16 μ g残存していた。 β -クリプトキサンチンは酵素処理・凍結乾燥の過程を経て粉末化した後も壊変せず有意に残存していることから、粉末化は貯蔵に適していると考えられた。

図2は、酵素処理後の柿果皮ペーストの光学顕微鏡像である。酵素処理によって果皮組織はほぼ単細胞化して分離したことが確認された。図3は、ペーストを凍結乾燥して得られた粉末の走査型電子顕微鏡像である。両面テープを貼った試料台に粉末を定法によって金蒸着し、高真空モードで観察した。酵素処理された粉末(図3a)は、生果皮を機械粉砕した試料(図3b)より比較的大きな粒子として観察された。機械粉砕した粉末は粉砕時に細胞壁が破壊されて粒子サイズが小さくなったと考えられる。一方、酵素処理した試料は乾燥後も細胞壁が破壊されずその形態を保ったと考えられた。

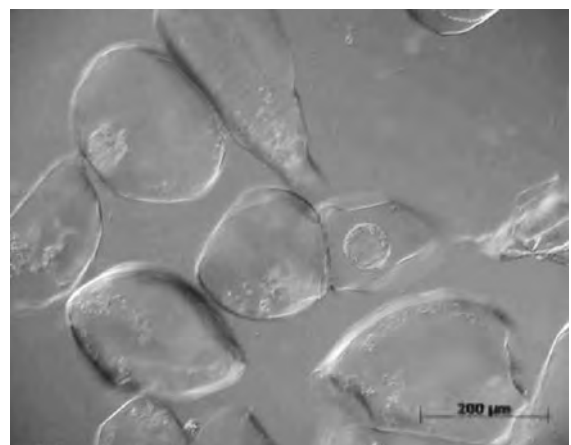


図2 酵素処理された柿果皮の光学顕微鏡像

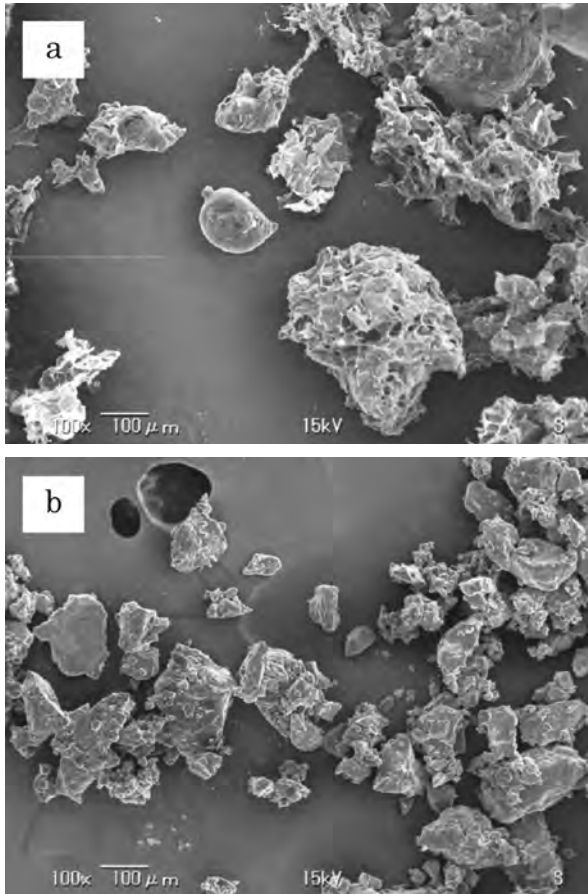


図3 柿果皮粉末の走査電子顕微鏡像
a：酵素処理、b：機械粉碎

(2) 粉末を添加したパンの性状

表1 焼成したパンの重量・体積・比容積

	重量(g)	体積(ml)	比容積
標準	388.5±6.8	1953±64	5.0±0.2
1%添加	401.0±2.6	1815±35	4.5±0.1
3%添加	403.3±0.1	1808±47	4.4±0.1
5%添加	409.8±3.5	1710±42	4.2±0.1

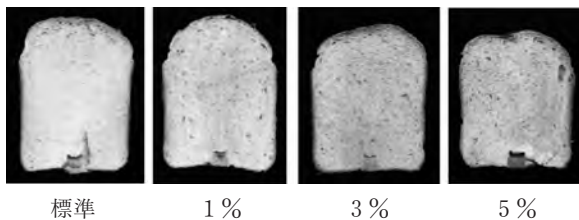


図4 柿果皮粉末を添加したパンの内相

表1に、柿果皮粉末を各割合添加したパンの焼成後の重量、体積、比容積、また図4に内相の写真をそれぞれ示す。添加割合の増加に伴ってパンの体積は減少したものの、5%添加であってもその形状は保たれていた。これは、粉末の添加割合が増加するにつれて相対的に生地中の水分量が減少し硬化した結果、膨化が

抑制されたためと考えられる。図5はクラム部の色調測定結果を示す。粉末の添加割合が増加するにしたがい、明るさを示すL*値は低下、a*値は赤みを示すプラス側へと増加、黄色みを示すb*値も添加割合とともに増加した。目視では、柿果皮本来の橙色とは異なり、やや黄色みの強い褐色を呈していた。これはパン調製時の加熱による影響と考えられる。なお、粉末の添加割合が増加するとともにクラム部はより濃い色調を示した。

図6は、クラム部の物性測定結果を示す。試料を70%圧縮した際の応力は、粉末無添加の標準試料と比較して1%の添加でやや低下したのち添加割合の増加に伴って上昇する傾向を示した。しかし各添加割合間での有意差は認められなかった。パンの弾力に関する凝集性は、添加割合3%まではほぼ一定で推移したのち添加割合5%でやや低下する傾向を示した。しかしいずれの添加割合間でも有意差は認められなかった。以上の結果より、粉末の添加割合5%までであれば、イースト発酵等パンの調製に必要な通常の工程を妨げることなく、パンを作製可能であると判断された。

(3) 粉末を添加した白餡の性状

パンの性状からも自明なように得られた粉末を加熱処理すると柿果皮の橙色が変化するため、非加熱での利用例として粉末添加による白餡の着色を試みた。柿果皮中のβ-クリプトキサンチンは100℃を超えると急激に減少するため、成分の摂取を目的とする場合は非加熱の処理を適用する必要がある。本研究においても、100℃までの加熱であればβ-クリプトキサンチンは残存しているものの、加熱温度が高くなるに従って減少していることを確認している。

図7に、粉末の添加割合ごとの色調を示す。餡に粉末を添加した試料でL*値の低下がみられたものの、添加割合による差異は小さかった。一方、a*値およびb*値では、添加割合の増加に伴ってそれぞれの値も上昇した。L*値での傾向と合わせて考えると、添加割合が増しても色調は暗くなることなく、より濃い鮮やかな橙色を示した。この結果は目視でも確認できたため、柿果皮粉末の有効な利用法の一つであると考えられる。

4. 要約

柿果皮を酵素処理、凍結乾燥によって粉末化し、食品への適応を試みた。

- 1) アスコルビン酸は酵素処理することで著しく減少したが、β-クリプトキサンチンは粉末調製後であっても残存していることが確認された。
- 2) 酵素処理によって得られた粉末は性状が安定しており、食材として取り扱いが容易であることが判明した。

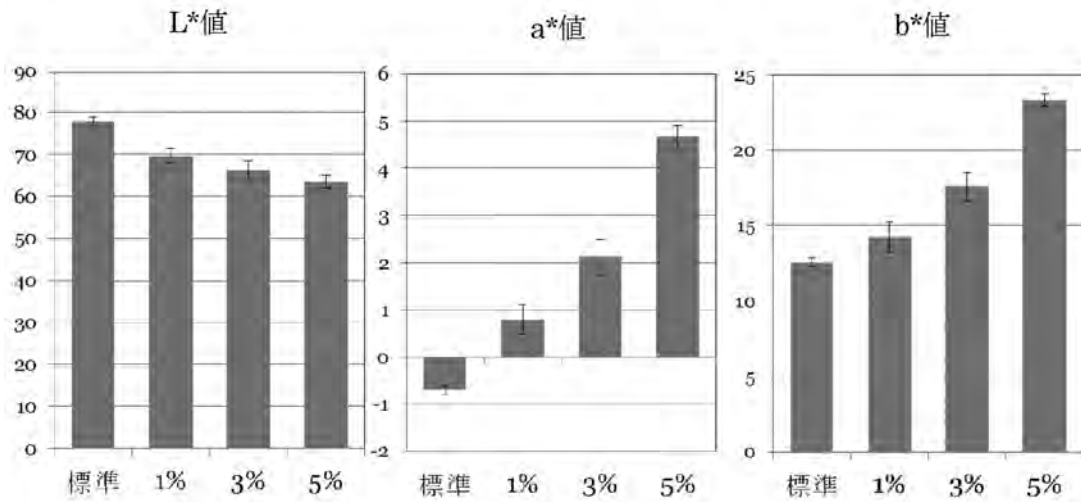


図5 クラム部の色差

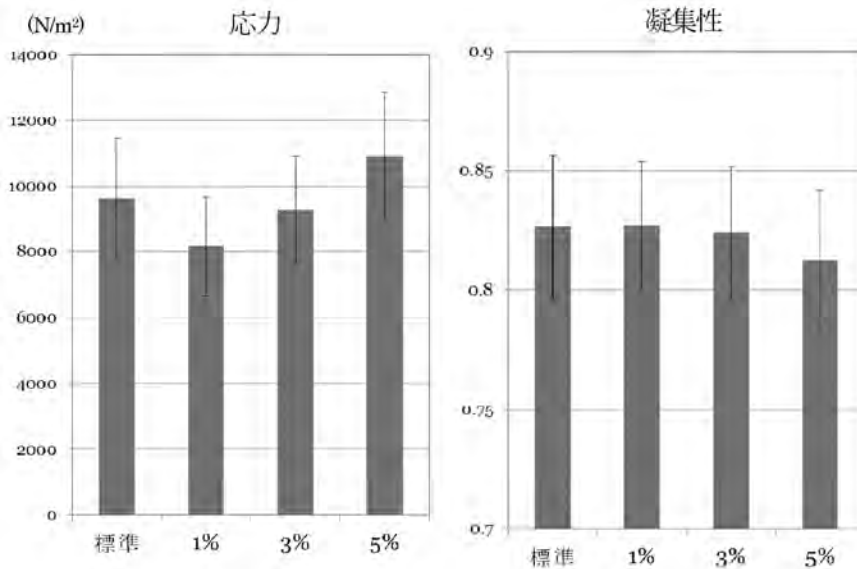


図6 クラム部のテクスチャー特性

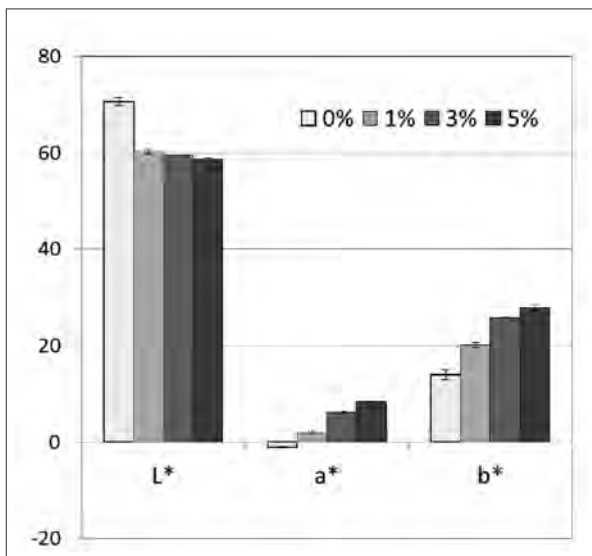


図7 柿果皮粉末を添加した白餡の色調変化

- 3) 柿果皮粉末を添加したパンは、粉末の添加割合が増加するとともに膨化の程度は低下した。しかしその程度は、パンとしての形状を著しく損なうものではなかった。粉末を添加したパンのクラム部の硬さ、凝集性とも、無添加の標準試料との間に有意差が確認されなかった。一方、クラム部の色調は、粉末の添加量が多くなるにしたがって濃い褐色となった。
- 4) 粉末を白餡に添加したところ、添加割合の増加に伴って鮮やかな濃い色調を示した。

謝辞

本研究は、文部科学省・地域イノベーション戦略支援プログラム(都市エリア型)和歌山県紀北中エリア「和歌山県の特産果実と独自技術を活用した新機能的食品・素材の開発」(平成21年度～平成23年度)の助成

を受けて実施した。

引用文献

- 1) 農林水産省統計情報, www.maff.go.jp/j/tokei/
- 2) 鶴永陽子・高橋哲也・山下稚香子他(2012), 可溶性カキタンニンの化学反応性を利用したカキ洋菓子の製造, 日本家政学会誌, 63(4), 185-192.
- 3) 高橋英史・稲田有美子・井上良一(2009), カキ果皮からの β -クリプトキサンチン含有物の抽出と食品への応用, 東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告書, 27, 29-36.
- 4) 尾崎嘉彦・山西妃早子・木村美和子・中内道世(2004), カキ果実の剥皮方法, 剥皮果実, および包装剥皮果実, 特許公報第3617042号.
- 5) 澤田雅彦(2009), ペクチナーゼとその応用, 『フードプロテオミクスー食品酵素の応用利用研究ー, 普及版』, 井上国世監修, シーエムシー出版, 48-59.
- 6) 大藪佳苗・木村友子・三宅義明(2008), 製パンにおけるレモンフラボノイド添加の影響, 日本調理科学会誌, 41(5), 297-303.
- 7) 大坪研一・内藤成弘(1997), 官能検査とテクスチャー用語, 『食品のテクスチャー評価の標準化』, 日本食品化学工学会監修, 光琳, 1-22.
- 8) 井上良一・高橋英史・稲田有美子(2009), β -クリプトキサンチンの利用効率を高めるカキ果皮の乾燥法, 東洋食品工業短大・東洋食品研究所研究報告書, 27, 37-40.