

比重の異なるバレイシヨの蒸熱による物性およびペクチンの 性状変化の比較

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者	佐藤, 広顕 高野, 克己
巻/号	26巻1号
掲載ページ	p. 17-21
発行年月	2000年2月

比重の異なるバレイショの蒸熱による物性 およびペクチンの性状変化の比較

佐藤 広顕*・高野 克己**

Comparative Texture Profiles and Pectin Substance Change by Steaming of Potatoes
with Different Specific Gravity
(Studies on the Processing Characteristics of Potatoes Part 4)

SATO Hiroaki* and TAKANO Katsumi**

* *Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Agriculture
196, Yasaka, Abashiri-shi Hokkaido 099-2493,*

** *Department of Applied Biology and Chemistry, Tokyo University of Agriculture
1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502*

We performed extraction and fractionation of pectin from fresh and steamed potatoes with different specific gravities and evaluated the association between changes in the chemical properties of the potatoes and those in their physical characteristics. Concerning physical characteristics, potatoes became soft and less cohesive after steaming but became hard and difficult to mash after a decrease in the food temperature. The former change was more marked in potatoes with a high specific gravity while the latter change was more marked in potatoes with a low specific gravity. The amount of watersoluble pectin in potatoes increased after steaming but decreased after a subsequent decrease in the food temperature. The former change was more marked in potatoes with a high specific gravity while the latter change was more marked in potatoes with a low specific gravity. In watersoluble pectin, the lowmolecular fraction increased after steaming but decreased after a decrease in the food temperature. The behavior of the watersoluble pectin fraction after steaming and a subsequent decrease in the food temperature markedly differed according to the specific gravity.

(Received Sep. 30, 1999 ; Accepted Nov. 11, 1999)

筆者らは、先にバレイショの加工特性が比重差によって異なり、比重の高いバレイショほど、蒸熱により大きく軟化し、軟らかく、崩れやすい物性に変化することを明らかにした¹⁾。また、細胞結着物質であるペクチンの溶解性や結着性に大きな影響を及ぼすカルシウムおよびマグネシウムは低比重バレイショほど多く、蒸熱による

バレイショの物性変化はカルシウム、マグネシウムおよびEDTA処理によって大きく影響されることを報告^{2)~3)}した。以上の知見から比重の異なるバレイショにおける物性変化の差異の要因のひとつとして、ペクチンの性状の相異が影響していることが推察された。

そこで今回は、比重の異なるバレイショについて生鮮

* 東京農産大学生物産業学部食品科学科 (〒099-2493 北海道網走市八坂196)

** 東京農産大学応用生物科学部生物応用化学科 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1)

時ならびに蒸熱処理後の試料からそれぞれペクチンを分画し、その性状変化について検討し、比重によって蒸熱処理による物性変化が異なる要因を明らかにすることを目的として以下の実験を行った。

試料および実験方法

1. 試料および調製

低比重1.053および高比重1.093の2種のバレイショ（北海道、男爵）を前報¹⁾と同様の方法にて円柱状（直径10mm, 高さ10mm）に整形し、生鮮試料とした。蒸熱試料は前報と同様、生鮮試料を20分間蒸熱した後、80および25℃に調整した恒温器に入れ品温を一定にして、以下の実験に供した。

2. 物性の測定

前報¹⁾と同様にレオナー（山電製RE-3005）にて測定した。

3. アルコール不溶性固形物（AIS）の調製⁴⁾

AISは前報¹⁾に従って調製した。

4. ペクチンの分画および定量

前報と同様、三浦らの方法⁵⁾に準じ、AISより蒸留水、ヘキサメタリン酸溶液および塩酸溶液で順次ペクチンを抽出し、それぞれ水可溶性ペクチン（WP）、ヘキサメタリン酸可溶性ペクチン（PP）、塩酸可溶性ペクチン（HP）とした。ペクチンの定量は、カルバゾール・硫酸法⁶⁾で無水ガラクトuron酸量として測定した。

5. ゲル濾過による分画

TOYOPEARL HW-55-Sによるゲル濾過は、0.1M塩化ナトリウム溶液にて平衡化したTOYOPEARL HW-55-Sカラム（2.2×100cm）にペクチン10mgを負荷し、0.1M塩化ナトリウム溶液にて溶出（流速30ml/hr）させ、3mlずつ分取した。ペクチン量はカルバゾール・硫酸法⁶⁾で無水ガラクトuron酸量として測定した。

結果および考察

1. 蒸熱処理および品温低下による物性ならびにペクチンの変化

蒸熱処理ならびにその後の品温低下によるバレイショの物性変化について検討した。その結果（Table 1）、前報¹⁾と同様、生鮮時では高比重バレイショの硬さ、凝集性およびガム性の各物性値が低比重バレイショの約1.2~1.5倍の値を示し、生鮮時では高比重バレイショの方が硬く、しっかりした組織であった。

蒸熱処理によって低比重および高比重バレイショともに軟化したが、その変化は高比重バレイショの方が大きかった。すなわち、低比重バレイショでは硬さが約 3.0×10^{-4} (N/m²)、凝集性が約0.30に対し、高比重バレイショでは硬さが約 2.0×10^{-4} (N/m²)、凝集性が約0.20であり、ガム性も低比重バレイショが高い値を示した。このように蒸熱によって生鮮時とは逆に高比重バレイショの方が軟らかく、崩れやすい物性へと変化した。

一方、蒸熱後の品温低下に伴い両試料ともに硬化したが、高比重バレイショの各物性値が蒸熱処理直後（80℃）に比べ、硬さが約 3.0×10^{-4} (N/m²)と約1.5倍に、凝集性が約0.26と約1.3倍に増加したのに対し、低比重バレイショでは硬さが約 5.9×10^{-4} (N/m²)と約2倍に、凝集性が約0.46と約1.5倍を示し、低比重バレイショは温度低下によって高比重バレイショよりも組織が硬化する傾向が大きかった。

高瀬ら⁷⁾はニンジンについて、また田村ら⁸⁾はダイコンについて、それぞれ加熱による組織の軟化とペクチンの挙動について検討を行い、加熱によって水溶性ペクチン（WP）が増加し、加熱による組織軟化にはペクチンの水溶化が大きく関与すると報告している。前報において筆者らは、バレイショは蒸熱処理後の品温低下に伴ない、蒸熱処理によって増加した水溶性ペクチン量の減少

Table 1 Texture of changes in potatoes with different specific gravities by steaming post treatment.

	Hardness ($\times 10^{-4}$ N/m ²)		Cohesiveness		Gumminess ($\times 10^{-4}$ N/m ²)	
	Low sp.	High sp.	Low sp.	High sp.	Low sp.	High sp.
Raw potatoes	13.5±0.5	20.3±0.4	0.78 ±0.018	0.910±0.015	10.2±0.4	15.5±0.3
Steamed potatoes (80℃)	2.98±0.34	1.97±0.30	0.302±0.022	0.199±0.019	0.80±0.07	0.58±0.06
Steamed potatoes (25℃)	5.90±0.32	2.99±0.30	0.458±0.021	0.261±0.019	2.01±0.06	1.02±0.06

Mean±SE, n = 30, Significant at the 5% level Low sp. (1053) High sp. (1093)

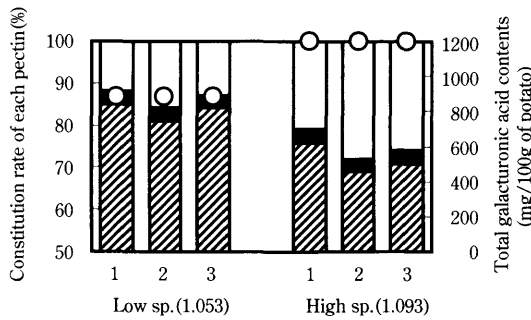


Fig. 1 Changes in pectin substances of potatoes with different specific gravities by steaming post-treatment

- : Water soluble pectin
- : Hexametaphosphate soluble pectin
- ▨ : Hydrochloric acid soluble pectin
- : Total galacturonic acid
- 1 : Raw potatoes
- 2 : Steamed potatoes(80°C)
- 3 : Steamed potatoes(25°C)

を示唆する結果²⁾を得た。さらに生鮮バレイショのペクチンの組成比ならびに示差走査熱量計による熱分析の結果、比重によってペクチンの熱挙動が異なること³⁾を明らかにした。低比重バレイショと高比重バレイショではペクチンの性状に差異があり、蒸熱ならびに品温の低下によるペクチンの性状変化の程度にも違いがあることが推察された。

そこで、次に蒸熱処理ならびにその後の品温低下によるバレイショの物性変化とペクチンの溶解性変化について検討するため、各生鮮試料、蒸熱処理直後の品温80°C試料ならびに放冷後の品温25°C試料の各可溶性ペクチン量を測定した。その結果 (Fig. 1), 総ペクチン量は、生鮮試料、蒸熱直後の品温80°C試料ならびに品温25°C試料ともに低比重バレイショ 880mg/生鮮物100g, 高比重バレイショ 1200mg/生鮮物100gと高比重バレイショの方が約1.4倍多く、蒸熱処理や品温低下による総量の変化はみられなかったが、WP量は蒸熱および品温の低下によって変化した。すなわち、両試料とも蒸熱処理によりWPは増加し、低比重バレイショでは約35mg/生鮮物100g増加し、WPの組成値は12%から16%と大きくなった。また、高比重バレイショでは約84mg/生鮮物100g増え、その組成値は28%を示し、蒸熱前の21%に比べ高い値を示し、その増加率は低比重バレイショよりも大きかった。

一方、蒸熱処理後増加したWPは、品温低下 (25°C) によって両試料とも減少し、その減少量は高比重バレイショが約24mg/生鮮物100g, 低比重バレイショが約26mg/生鮮物100gを示し、WPの組成値はそれぞれ26お

よび13%となり、高比重バレイショでは蒸熱時よりもやや減少したが、生鮮時に比べ高い値であった。一方、低比重バレイショでは品温低下によってWPは生鮮時とほぼ同様の値を示し、両者のペクチンの熱挙動に差異がみられた。

2. 蒸熱処理および品温低下による水溶性ペクチンの分子量変化

果実の熟成ではWPの増加と共にWPが低分子化することが知られている。バレイショの蒸熱処理時には、WPの増加のみでなく、ペクチンの低分子化も進行していることが考えられる。また、澱粉では加熱による糊化後、温度低下に伴い老化現象が進行し、糊化により解離したアミロースおよびアミロペクチンの分子内や分子間に次第に水素結合が形成され、やがて水和力が低下し、不溶化する。ペクチンにおいても蒸熱処理後の品温低下に伴い、WPの減少がみられることから、品温低下に伴う分子量の変化が考えられた。そこで、各生鮮試料、蒸熱処理直後の品温80°C試料ならびに放冷後の品温25°C試料のWPの分子量分布について検討した。

その結果 (Fig. 2), いずれもフラクションNo.25~83 (溶出量75~250ml) の間にペクチンが溶出されたが、

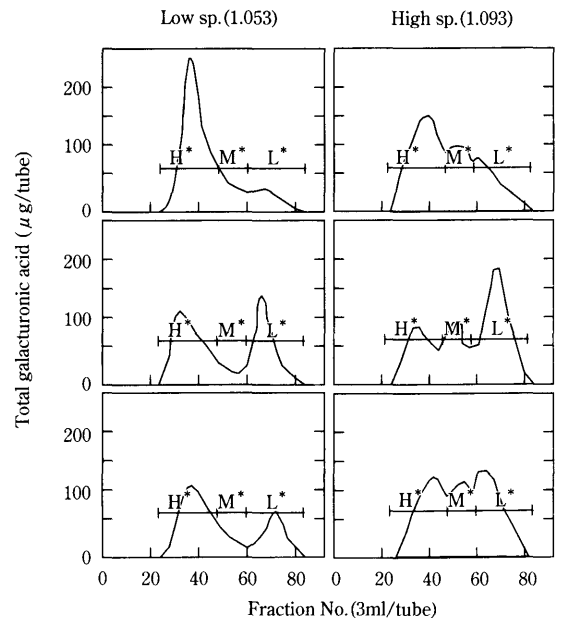


Fig. 2 Gel - permeation chromatograms on TOYOPEARL HW-55-S column of water soluble pectin prepared from potatoes with different specific gravities

- H*: High M. W. fraction
- M*: Middle M. W. fraction
- L*: Low M. W. fraction

Table 2 Constitution rate of each fraction separated by TOYOPEARL HW-55-S of water soluble pectin prepared from potatoes with different specific gravities

	Low Sp. (1.053)			High Sp. (1.093)		
	H*	M*	L*	H*	M*	L*
Raw potatoes	78.3	8.0	13.7	52.4	23.5	24.4
Steamed potatoes(80℃)	51.2	6.3	42.5	26.1	22.1	51.8
Steamed potatoes(25℃)	62.6	7.1	30.3	37.0	23.9	39.1

H*: High M.W. fraction, M*: Middle M.W. fraction,
L*: Low M.W. fraction (%)

比重ならびに生鮮、蒸熱後の品温によって溶出のパターンが異なっていた。高比重バレイショのWPはフラクションNo.25～50, 51～60および61～83の3画分に分画され、それぞれ高分子量画分、中間分子量画分および低分子量画分とした。一方、低比重バレイショのWPは高比重バレイショに比べ中間分子量画分が明瞭でなかったが、高比重バレイショと同様、高分子量画分（フラクションNo.25～50）、中間分子量画分（フラクションNo.51～60）および低分子量画分（フラクションNo.61～83）に分画した。各画分の比率はTable 2に示したように、生鮮時では低比重バレイショの高分子量画分が全体の約78%を占め、次いで低分子量画分約14%、中間分子量画分約8%であった。一方、高比重バレイショでは、高分子量画分約52%、中間分子量および低分子量画分はそれぞれ約24%を示し、高比重バレイショと低比重バレイショはWPの分子量分布に大きな違いがみられた。両バレイショのWPはいずれも蒸熱処理により中間分子量画分の組成値に大きな変化はみられなかったが、高分子量画分が減少し、低分子量画分が増加した。すなわち、低比重バレイショでは蒸熱処理によって高分子量画分が約78%から約51%に、低分子量画分が約14%から約43%に変化し、高比重バレイショでは高分子量画分と低分子量画分の構成比率は蒸熱によってそれぞれ約52%から約26%におよび約24%から約52%へと変化した。このように、蒸熱処理により細胞の結着性に関与するWPが増加するのみでなく、その分子構造も変化し、低分子量化することが明らかになった。

一方、蒸熱処理後においては低比重バレイショでは品温低下により高分子量画分が約63%、低分子量画分が約30%を示し、高比重バレイショではそれぞれ約37%および約39%であり、蒸熱処理時とは逆に両バレイショとも高分子量画分が増加し、低分子量画分が減少した。このように、品温低下により組織硬化の指標であるWPが減少するのみでなく、高分子量画分が多くなるなど、

その分子構造も変化し、蒸熱処理により一度低分子化したペクチンが、水素結合などによって再度高分子化することが示唆された。

以上のようにバレイショの蒸熱処理による軟化や温度低下による硬化に対し、細胞間結着物質であるペクチンの水溶化や不溶化ならびに水溶性ペクチン（WP）の分子量の変化が大きく影響していることが明らかになった。また、これらの挙動は比重差によって差異がみられたことから、比重の異なるバレイショの加工特性の相異を明らかにするうえでペクチン量やその熱挙動を詳細に解析することが必要と考えられる。

要 約

比重の異なるバレイショについて生鮮時ならびに蒸熱処理後のバレイショからそれぞれペクチンを抽出・分画し、その性状変化と物性変化との関係について検討した。

1) 蒸熱処理によりバレイショは、軟らかく結着力の小さな物性へと変化した。それに対し品温低下では逆に崩れにくい硬い物性へと変化した。それらの傾向は前者では高比重バレイショが、後者では低比重バレイショの方が大きかった。

2) バレイショの水溶性ペクチン量は、蒸熱処理により増加、品温低下により減少した。それらの傾向は、前者では高比重バレイショが、後者では低比重バレイショの方が大きかった。

3) 水溶性ペクチンは、蒸熱処理により低分子量画分が増加し、品温低下では減少した。

4) 蒸熱処理やその後の品温低下による水可溶性ペクチン画分の挙動は比重によって大きく異なり、バレイショの加工特性が比重によって異なる要因の一つとしてペクチンの性状および熱挙動が関与することが明らかになった。

本研究を行うにあたり、試料の入手にご便宜を賜った味の素フレッシュフーズ(株)冷凍食品開発研究所ならびに

実験にご協力下さった北村洋介, 添田政次の両君に感謝致します。

文 献

- 1) 佐藤広顕・高野克己・光浦暢洋・谷村和八郎・鴨居郁三：日食工誌, **38**, 1134 (1985)
 - 2) 佐藤広顕・高野克己・光浦暢洋・谷村和八郎・鴨居郁三：日食工誌, **38**, 1071 (1985)
 - 3) 佐藤広顕・高野克己・小嶋秩夫・谷村和八郎・鴨居郁三：日食保蔵誌, **24**, 355 (1998)
 - 4) 日本食品工業学会食品分析法編集委員会：新・食品分析法 (光琳, 東京) p.575 (1996)
 - 5) 三浦 洋・水田 昂：園芸学会雑誌, **31**, 17 (1962)
 - 6) 古谷貞治・箴島 豊：九州大学農学部学芸雑誌, **22**, 35 (1965)
 - 7) 高瀬光枝・寺元芳子：調理科学, **22**, 283 (1989)
 - 8) 田村咲江：食品・調理・加工の組織学 (学窓社, 東京) p.68 (1999)
(平成11年9月30日受付, 平成11年11月11日受理)
-