

ニホングリ ‘ぼろたん’ のペースト加工適性に関する研究

佐野健人¹⁾

(茨城県農業総合センター園芸研究所)

Study on Processing Suitability for Fruit Paste Made from Japanese Chestnut Cultivar 'Porotan'.

Taketo SANO¹

要約

渋皮易剥皮性を有するニホングリ ‘ぼろたん’ のペーストへの加工適性を評価するとともに、ペーストの色とポリフェノール量との関係について検討した。

‘ぼろたん’ は、‘丹沢’ に比べて、ペースト加工歩留まりは同等～やや高いが、加熱による剥皮を行うと時間がかかり、ペースト加工の作業時間は長くかかる。作業効率を考えると、加熱による剥皮は行わず、従来の品種と同様に、蒸煮後果肉取り出しの方法でペースト加工することが望ましい。

ペーストの品質については、色は ‘ぼろたん’ の方が ‘丹沢’ に比べて黄色く明るい。これは、ペーストのポリフェノール量が ‘ぼろたん’ の方が ‘丹沢’ よりも少ないためと考えられる。色以外の品質は ‘丹沢’ とほぼ同様であった。このことから、明るい色のペーストが求められる場合は、‘丹沢’ より ‘ぼろたん’ が向いていると考えられた。

キーワード：ニホングリ，‘ぼろたん’，ペースト，加工，品質

1 はじめに

2007年に品種登録されたニホングリ ‘ぼろたん’ は、加熱することで渋皮（種皮）が簡単に剥皮できるという特性を有する。そのため、‘ぼろたん’ は従来の品種では多くの労力を要する剥皮作業を容易にし、クリの消費拡大に寄与すると注目されている。

筆者は、これまで ‘ぼろたん’ について、剥皮と貯蔵に関する研究結果を報告してきた。‘ぼろたん’ は剥皮した果肉の表面が露わになるために、部分的な変色や障害が目立ちやすいこと（佐野ら，2015）、また、‘ぼろたん’ は甘露煮に加工する場合に、従来の品種に比べて割れが生じやすいことを明らかにした（佐野ら，2016）。

クリでは、変色や障害が見られる果肉を切除した残りの健全部分の果肉や、加工中に割れた果肉は、ペーストとして再利用されることが一般的である。‘ぼろたん’ では、変色や障害が目立ちやすく、加工中の割れも生じやすいことから、従来品種よりもペーストへの利用が多くなることが想定される。そこで、従来のニホングリ品種で収穫時期も近い早生の ‘丹沢’ を対照として、‘ぼろたん’ のペーストの加工歩留まりや作業性等の加工適性の評価を行った。

また、ペーストの色に影響する成分として、ポリフェノールに着目し、その量がペーストの色に与える影響について検討したので報告する。

1) 現 県央農林事務所企画調整部門

1 Address : Ibaraki Prefecture Central Agriculture And Forestry Management Office,
1-3-1 Sakumati, Mito, Ibaraki 310-0802, Japan

2 材料および方法

2. 1 ペーストへの加工適性（試験1）

2. 1. 1 ペースト加工の歩留まりと作業時間

試験は2011～2013年の3か年行い、各品種・年度とも茨城県産の果実4～6 kgを用いた。加工工程の概略を図1-1に、果実の収穫・加工日・貯蔵等の日程を表1-1に示した。



図1-1 品種ごとのペースト加工工程の組み合わせ

表1-1 ペースト加工試験日程

年	品種	貯蔵期間 ^z	収穫日	一時保管		凍結	加工	開封
				温度	期間			
2011	'ぼろたん'	0.5 か月	9/20 頃	2℃	～9/28	10/14	10/19	11/8
	'丹沢'	0 か月	9/9	2℃	～9/13	9/13	10/18	11/8
2012	'ぼろたん'	0 か月	9/22, 24	0℃	～9/24	10/2	12/5	2/20
		1 か月	9/22, 24	0℃	～9/24	11/1	12/5	—
	'丹沢'	0 か月	9/7～18	0℃	～9/19	9/19	12/7	2/20
		1 か月	9/7～18	0℃	～9/19	10/24	12/7	—
2013	'ぼろたん'	0 か月	9/23	0℃	～9/25	9/26	11/20	1/16
		1 か月	9/23	-1℃	～9/23	10/25	11/19,20	1/9, 16
	'丹沢'	0 か月	9/17	-1℃	～9/19	9/19	11/19	1/16
		1 か月	9/17	-1℃	～9/19	10/18	11/19	1/16

^z 'ぼろたん'は凍結前日に皮への傷入れを行い、凍結当日に剥皮・凍結した。一時保管末日から凍結日（'丹沢'の場合）または凍結の前日（同'ぼろたん'）まで、2011・2012年は0℃、2013年は-1℃で貯蔵した。

貯蔵0か月区では、'ぼろたん'は収穫後の果実を速やかに剥皮して果肉を凍結保存し、'丹沢'は収穫後の果実を剥皮せずに丸ごと凍結保存した。

貯蔵0.5か月区および1か月区では、収穫後の果実をLDPE（低密度ポリエチレン）袋でハンカチ折包装し、0℃または-1℃で貯蔵後、'ぼろたん'は剥皮して果肉のみを、'丹沢'は果実を丸ごと凍結保存した。

なお、'ぼろたん'はブランチング剥皮後に剥皮果肉の品質をABCDの4等級に選別し、A果肉、B果肉とC果肉の健全部のみを凍結保存した。Aは変色等の無い健全果肉、Bは変色があるが可食な果肉、Cは変色や腐敗部を除去すれば可食な果肉、Dは変色や腐敗が広範囲に発生したか、剥皮できなかった果肉とした（図1-2）。

'ぼろたん'の2011年では、A果肉、B果肉およびC果肉の障害部を除いた健全部を混合して利用し、D果肉は廃棄した。2012年では、A果肉とB果肉を分けてペースト加工し、C果肉とD果肉は廃棄した。2013年では、A果肉、B果肉およびC果肉の健全部を分けてペースト加工し、D果肉は廃棄した。

凍結保存した'ぼろたん'の果肉または'丹沢'の果実は、凍結したまま圧力鍋で加圧後15分間蒸した。'丹沢'は、各年・貯蔵期間とも、果実を半分に切り、異臭や変色の見られた果実はすべて廃棄し、残った健全な果実のみスプーンで果肉を抉り出した。'ぼろたん'の蒸し上がった果肉または'丹沢'の取り出した果肉に、その重量の1/4の上白糖を加え、2mmメッシュで裏ごしし、容器へ真空包装後にスチームで1時間殺菌し、流水冷却後に凍結保存した。ペースト加工の詳細は、鹿島（2000）の方法に従った。各加工工程で重量を測定し、加工歩留まりを算出した。

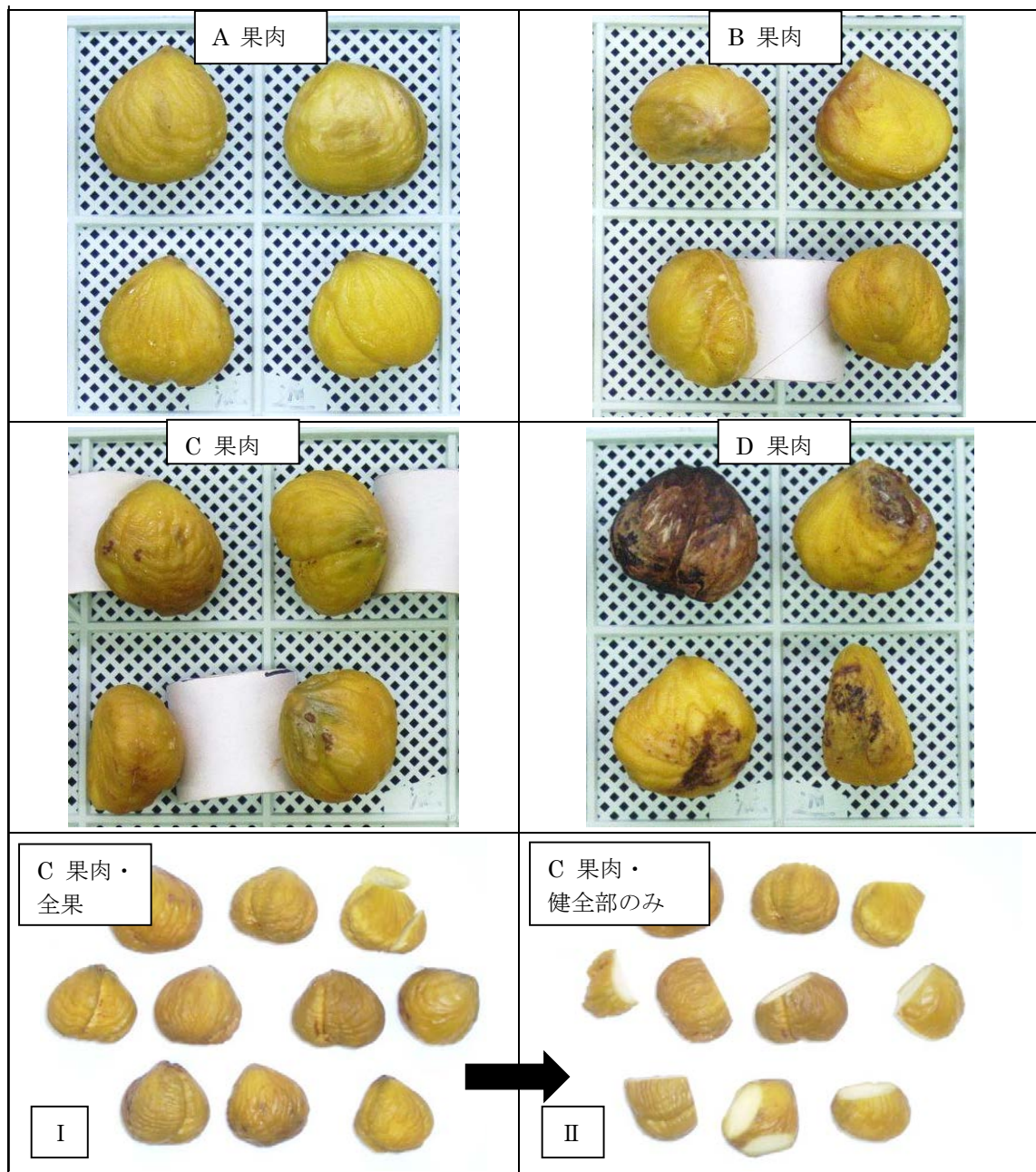


図 1-2 ‘ぼろたん’ ペースト加工原料果肉の等級分け基準

- A 果肉：変色等の無い健全果肉， B 果肉：変色があるが可食な果肉
 C 果肉：変色や腐敗部を除去すれば可食な果肉， D 果肉：変色や腐敗部が広範囲に発生し廃棄する果肉
 C 果肉は変色や腐敗部を除去してペースト加工原料とした（最下段・左右の I および II）

2. 1. 2 ペーストの品質等

凍結保存したペーストを包装したまま流水にさらして解凍後，開封して糖度，色，食味等を調査した。糖度はペン糖度・濃度計 PEN-J（株アタゴ）をペースト現物に接触させて測定した。色については，ペースト 50 g を透明ポリ袋（厚さ 0.08 mm ・幅 8.5 cm ・高さ 12 cm）に入れて均一に伸ばし，袋ごと色を測色計 CM-700d（コニカミノルタ株）を用い，光源 D65，正反射光処理 SCE，測定径 ϕ 8 mm の条件で測定した。ペーストの 10 か所を測定して得られた $L^*a^*b^*$ 値を平均後に L^*C^*h 値に変換した。変換は，式 $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ ， $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ で行った。また，試料を厚さ 15 μ m のアルミシート上に載せた状態で zoom 値 7，focus 値 52 に設定したビジュアルアナライザ IRIS VA300（アルファ・モス・ジャパ

ン株)により外観を撮影した。

また、各年とも貯蔵0か月の‘丹沢’のペーストを基準として、その他のペーストを食味評価した。評価項目は、食感(粉質・粘質)、香り(良い・悪い)、総合評価(良い・悪い)とし、基準を0として±3の7段階評価とした。パネリストは当所職員で構成し、毎回20名程度で、それぞれの評点を平均した。

さらに、2013年は、A果肉とB果肉、C果肉の健全部を分けて加工したペーストの測色および官能評価を行った。官能評価はシェッフエの一対比較法(中屋の変法)で行った(佐藤, 1985)。すなわち、3種のペーストから2種を選ぶ3通りの組み合わせについて、一方を基準として他方を評価し、最終的には3種すべてのペーストの順位と差の程度を求める方法である。12名のパネリストに3通りの組み合わせについて、それぞれ一方を基準とした 0 ± 3 の7段階で評価を行った。

2. 2 色調とポリフェノール量との関係解明(試験2)

2. 2. 1 果肉の変色程度とポリフェノール量の関係

試験には、2010年9月26日に熊本県で収穫された‘ぼろたん’果実を用いた。収穫後10℃以下に予冷し、9月29日からLDPE袋によるハンカチ折包装で貯蔵した。10月12日まではすべて-1℃で貯蔵し、同日に小分けして以後は-1℃または+2℃で貯蔵した。10月14日(貯蔵0.5か月)、12月15日(貯蔵2か月)および2011年2月24日(貯蔵4か月)に調査を行った。

既報(佐野ら, 2015)により、電子レンジまたはブランチング剥皮した果肉を、左右・上下・裏表方向に8分割してそれぞれの片側を80%エタノール中でホモジナイズし、懸濁液を遠心分離した上澄みを検液とした。没食子酸を標準としたフォーリンデニス法によりポリフェノール量を求めた。各処理10果ずつ剥皮し、剥皮果肉から任意に選んだ3~6果を定量した(図2-1)。


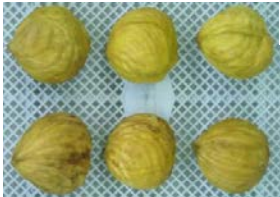








貯蔵期間	貯蔵温度	ブランチング剥皮	電子レンジ剥皮
0ヶ月 (0.5ヶ月)	未貯蔵	 z	 z
2ヶ月	-1℃	 z	 z
	+2℃	 z	 z
4ヶ月	-1℃	 z	 z
	+2℃	 z	 z

図 2-1 ポリフェノール定量に供試した果肉の変色状態
 z 上段：軽度変色，下段：重度変色

各果肉を表・裏両面より撮影した写真データをもとに、各果肉の変色割合を求めた。すなわち、得られた写真（図 2-1）を基に AlphaSoft for Iris Ver12.46（アルファ・モス・ジャパン(株)）により、HSV フィルターで果肉の全画素数と、非変色部分の画素数を求め、両者の比より変色割合を算出した（図 2-2）。

		
①元の写真（果肉と背景）	②果肉のみ (S20-255in に設定)	③果肉の非変色部分のみ

図 2-2 画像処理による果肉変色割合の推定

測定には AlphaSoft for Iris の HSV フィルターを用いた。H（色相）、S（彩度）、V（明度）をそれぞれ 0-255 で設定し、任意の範囲のみ選択させることで、設定範囲内の画素数を求める。②、③の画素数から以下により変色割合を求めた。なお、③の H の下限値は写真に合わせ 16~22 の範囲で調整した。

$$[\text{変色割合}] = [\text{変色部分画素数}③] \div [\text{果肉全画素数}②] \times 100$$

2. 2. 2 ペーストの色調とポリフェノール量との関係

(1) 原料果実の貯蔵がポリフェノール量に及ぼす影響

クリは、秋に収穫されて、年末まで貯蔵しつつ順次加工される。このことから、原料果実の貯蔵によるペーストの色調とポリフェノール量との関係を調査した。

試験1で、2013年に作製した‘ぼろたん’と‘丹沢’の、原料果実貯蔵0か月と1か月のペーストについて調査を行った(表1-1)。原料果実の取り扱いおよびペーストへの加工は試験1と共通である。加工したペーストを包装前に小分けし、1日間冷蔵庫で保存した。冷蔵保存したペースト5gを80%エタノールで20倍に懸濁・希釈した上澄みのポリフェノール量をフォーリンデニス法により求めた。

(2) 原料果実の品質がポリフェノール量に及ぼす影響

試験1の2013年の‘ぼろたん’貯蔵1か月原料果実で、剥皮果肉の等級(A~C)ごとに加工したペーストのポリフェノール量を求めた。ペーストの加工方法等は試験1に、ポリフェノールの定量方法は2.2.1と共通である。

(3) 加工工程がポリフェノール量に及ぼす影響

ペーストに加工する際の果肉の取り出し方を変え、果肉の取り出し方がペーストの色や官能評価に及ぼす影響を調査した。果肉は3通りの方法で取り出した。すなわち、全果を蒸した後に半分に切って果肉を抉り出す方法(以下「全果ペースト」、図2-3の処理①③)、生の状態で鬼皮(果皮)・渋皮(種皮)を果肉表面ごと削り取り果肉を得る方法(以下「削りペースト」、図2-3の処理②④)、ブランチング剥皮により果肉を得る方法(以下「ブランチングペースト」、図2-3の処理⑤)である。全果ペーストは、凍結果実を圧力鍋で蒸した後に果肉を取り出してペーストに加工したが、削りペーストとブランチングペーストは果肉を得た後に凍結して圧力鍋で蒸してからペーストに加工した。なお、処理①②には‘丹沢’を、処理③~⑤には‘ぼろたん’を供試した。

各処理により図2-3記載の日程でペーストに加工し、11月14日に開封して色の調査を行った。また、20名のパネリストにより、処理⑤を基準に処理③の官能評価を行った。さらに、各ペースト5gを80%エタノールで20倍(全容量100mL)に懸濁・希釈した上澄みを冷蔵保存し、11月19日にフォーリンデニス法でポリフェノール量の定量を行った。

‘丹沢’	①	収穫 9月8日	→	→	凍結 9月11日	蒸煮	切断	選別	抉り出し加工 ^Z 9月30日
	②	収穫 9月8日	削り取り剥皮	選別	凍結	蒸煮	→	→	→ 加工 ^Z 10月7日
‘ぼろたん’	③	収穫 9月17日	→	→	凍結 9月19日	蒸煮	切断	選別	抉り出し加工 ^Z 9月29日
	④	収穫 9月17日	削り取り剥皮	選別	凍結	蒸煮	→	→	→ 加工 ^Z 10月7日
	⑤	収穫 9月17日	ブランチング剥皮	選別	凍結	蒸煮	→	→	→ 加工 ^Z 9月30日

図2-3 果肉の取り出し方の違いとペースト加工工程の組み合わせ
(上段：工程，下段：実施日，いずれも2014年)

^Z 加工：図1-1の加糖～殺菌までの工程

^Y 図1-1の‘ぼろたん’は処理⑤に、‘丹沢’は処理①に相当する

3 結果

3. 1 ペーストへの加工適性(試験1)

3. 1. 1 ペースト加工の歩留まりと作業時間

‘丹沢’における貯蔵期間と加工歩留まりとの関係をみると、貯蔵0か月では加工歩留まりが60~68%

であったのに対し、貯蔵1か月では54~60%とやや低下した(表1-2)。「ぼろたん」のA果肉のみについてみると、貯蔵0か月では加工歩留まりが67~68%であったのに対し、貯蔵1か月では38~44%と大幅に低下した。

「ぼろたん」でも、A果肉に加え、B果肉およびC果肉の健全部も合わせてペーストに加工した「全利用」の場合、加工歩留まりはA果肉のみの場合より高くなり、特に貯蔵1か月ではA果肉のみの38~44%に対して66%と高くなった。このように、全利用することにより「ぼろたん」のペースト加工歩留まりは「丹沢」並み~高くなった。

表1-2 ペーストの貯蔵期間と年度ごとの加工歩留まり(%)

貯蔵期間	年度	‘丹沢’	‘ぼろたん’	
			全利用 ^Z	A果肉のみ
0か月	2011	61	—	—
	2012	68	67	67
	2013	60	82	68
0.5か月	2011	—	65	—
	2012	60	66	38
1か月	2012	60	66	38
	2013	54	66	44

^Z 全利用:A, B, C(健全部のみ)の果肉を合わせてペースト加工した

また、工程ごとに歩留まりを評価すると(図1-3)、「ぼろたん」の「剥皮」工程時の歩留まりは、「丹沢」の「取出」工程時より高く、両品種が果肉だけになった「果肉」時点でも、「ぼろたん」の歩留まりが「丹沢」より高かった。ペースト製品での歩留まりも同様で、特に貯蔵0か月の「ぼろたん」の歩留まりが高かった。

作業時間は、「ぼろたん」の「剥皮」と「選別」工程が合計で90分となり、「丹沢」の「選別」と「取出」工程の35分より長かった。「ぼろたん」の合計作業時間は310分で、「丹沢」の245分を上回った。なお、「ぼろたん」の「剥皮」と「選別」、「丹沢」の「選別」と「取出」は並行して作業を行ったため、作業時間を分けずに合算した。

‘ぼろたん’ ^X	歩留まり ^Y		作業時間 ^Z	‘丹沢’	歩留まり ^Y		作業時間 ^Z
	0か月	1か月			0か月	1か月	
果実	100	100		果実	100	100	
↓(剥皮)	↓(76)	↓(76)	90	↓(蒸煮)	↓(100)	↓(98)	90
↓(選別)	↓(87)	↓(81)		↓(選別 ^W)	↓(84)	↓(78)	35
果肉	66	62		↓(取出)	↓(61)	↓(61)	
↓(蒸煮)	↓(110)	↓(104)	90	果肉	51	47	
↓(加工 ^V)	↓(115)	↓(109)	130	↓(加工 ^V)	↓(117)	↓(116)	120
製品	82	66	310	製品	60	54	245

図1-3 ペースト加工の工程ごとの歩留まりと作業時間(2013年)

^Z 0か月と1か月の果実約4kgを2名で加工したときの平均作業時間(分)

^Y 括弧無し数値は貯蔵前果実の重量を100とした相対値。括弧付き数値はその工程前後での重量比

^X 剥皮果肉を等級(A~C 健全部)に分け加工し、それぞれの重量・時間を合算した

^W 切斷工程を含めた

^V 加糖・裏ごし・充填・包装・殺菌の各工程を総称し「加工」とした

‘ぼろたん’ ^x	歩留まり ^y		作業時間 ^z	‘丹沢’	歩留まり ^y		作業時間 ^z
	0か月	1か月			0か月	1か月	
果実	100	100		果実	100	100	
↓(剥皮)	↓(76)	↓(76)	90	↓(蒸煮)	↓(100)	↓(98)	90
↓(選別)	↓(87)	↓(81)		↓(選別 ^w)	↓(84)	↓(78)	35
果肉	66	62		↓(取出)	↓(61)	↓(61)	
↓(蒸煮)	↓(110)	↓(104)	90	果肉	51	47	
↓(加工 ^v)	↓(115)	↓(109)	130	↓(加工 ^v)	↓(117)	↓(116)	120
製品	82	66	310	製品	60	54	245

図 1-3 ペースト加工の工程ごとの歩留まりと作業時間 (2013 年)

^z 0か月と1か月の果実約4kgを2名で加工したときの平均作業時間(分)

^y 括弧無し数値は貯蔵前果実の重量を100とした相対値。括弧付き数値はその工程前後での重量比

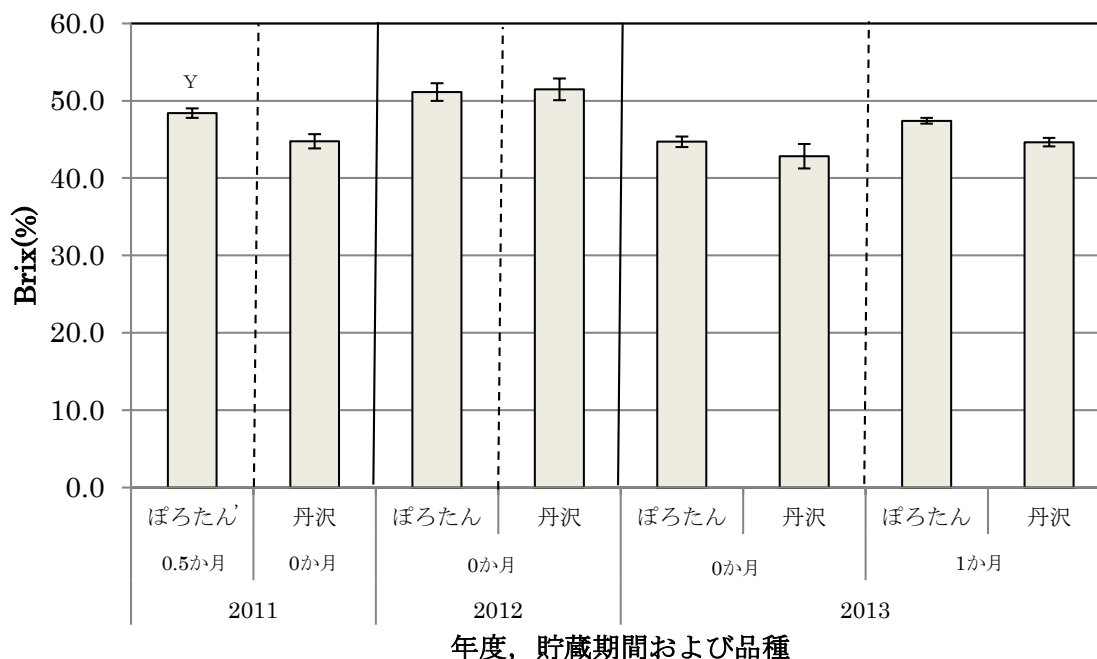
^x 剥皮果肉を等級(A-C健全部)に分け加工し、それぞれの重量・時間を合算した

^w 切断工程を含めた

^v 加糖・裏ごし・充填・包装・殺菌の各工程を総称し「加工」とした

3. 1. 2 ペーストの品質等

ペーストの糖度(Brix%)は42.8~51.5%であったが、年次による差が大きく、また、品種による一定の傾向は認められなかった(図1-4)。



果肉のみを原料とした

^y エラーバーは標準誤差

ペーストの色は、‘ぼろたん’が‘丹沢’よりL*（明度）とC*（彩度）の値が高く、h（色相角度）が90°に近く（表1-3）, ‘ぼろたん’のペーストの方が明るく、鮮やかな黄色い色調となった（図1-5）。また、‘ぼろたん’、‘丹沢’とも、貯蔵によってL*、C*およびhの値が低くなり、貯蔵前より暗く、くすみ、赤みを帯びた色に変化した（表1-3, 図1-5）。

官能評価では、貯蔵前より貯蔵後のペーストが粘質になる傾向が認められた（表1-3）。香りに明瞭な傾向は認められなかった。総合評価は、貯蔵後のペーストで優れる傾向がみられたが、品種による差はみられなかった。

表 1-3 ペーストの色および官能評価結果の品種間、年次間差

年度	2011		2012		2013		備考			
	貯蔵期間		0か月		0か月			1か月		
貯蔵期間	0.5か月	0か月	0か月		0か月		1か月		備考	
品種	‘ぼろたん’	‘丹沢’	‘ぼろたん’	‘丹沢’	‘ぼろたん’	‘丹沢’	‘ぼろたん’ ^x	‘丹沢’		
色 ^z	L*	45.1	41.6	53.1	50.4	55.5	52.2	48.6	43.4	明度。0~100
	C*	27.5	21.8	30.9	29.0	28.3	21.4	25.0	17.3	彩度。0~60
	h(°)	83.9	81.4	84.4	80.6	81.6	78.3	81.6	78.7	色相角度
官能評価 ^y	食感	+1.18	(0)	-0.85	(0)	-0.10	(0)	+1.62	+1.95	(-)粉質,(+)粘質
	香り	+0.24	(0)	-0.45	(0)	+0.14	(0)	+0.50	+0.45	(-)悪い,(+)良い
	総合	+0.47	(0)	±0	(0)	+0.29	(0)	+1.00	+1.19	(-)悪い,(+)良い

^z 各10反復のL*a*b*平均値をL*C*h値に変換。hは0~90~180~270°がそれぞれ赤~黄~緑~青

^y パネリスト数は各年17, 20, 21名。基準を(0)とし、±3の7段階評価

^x A果肉のみを原料とした

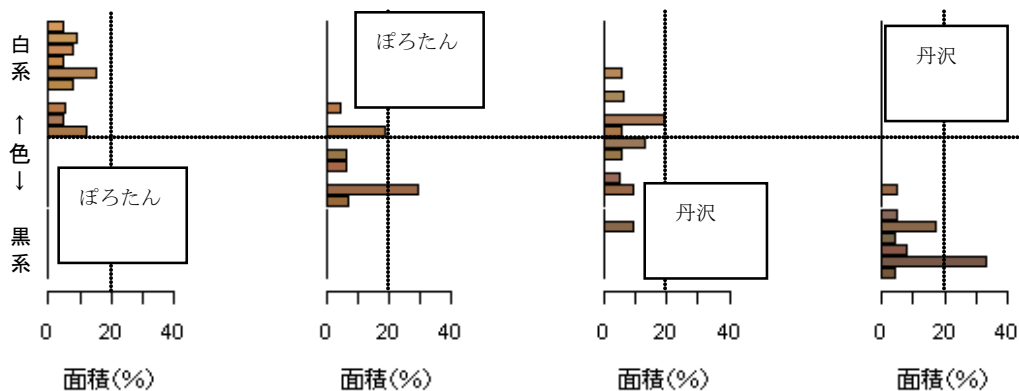


図 1-5 原料品種および貯蔵期間によるペーストの色分布の差異
色の分類および定量化はビジュアルアナライザ IRIS VA300 による。
面積率3%以上の色のみ抽出した。
また、縦軸は明度（L*）の高い順に上から下へ色を配置した

また、‘ぼろたん’の原料果肉の等級別にペーストの品質をみると、B果肉のペーストの糖度が他より3%程度高かった（表1-4）。C果肉（健全部のみを使用）のペーストの色は、他より明るく鮮やかな傾向にあった（表1-4, 図1-6）。しかし、官能評価では、見た目、食感（粘・粉質）、総合評価とも、有意な差はみられなかった（表1-5）。

表 1-4 ‘ぼろたん’における原料果肉の違いによる加工後のペースト品質の差

原料果肉	A 果肉	B 果肉	C 果肉 ^Y
糖度(%) ^Z	44.9b	47.4c	44.1a
L*	48.4	48.5	49.7
色 C*	25.2	25.4	25.4
h	80.3	80.7	82.9

^Z いずれも危険率 5%水準で有意差有り

^Y C 果肉は障害部を切除した健全部のみを加工した

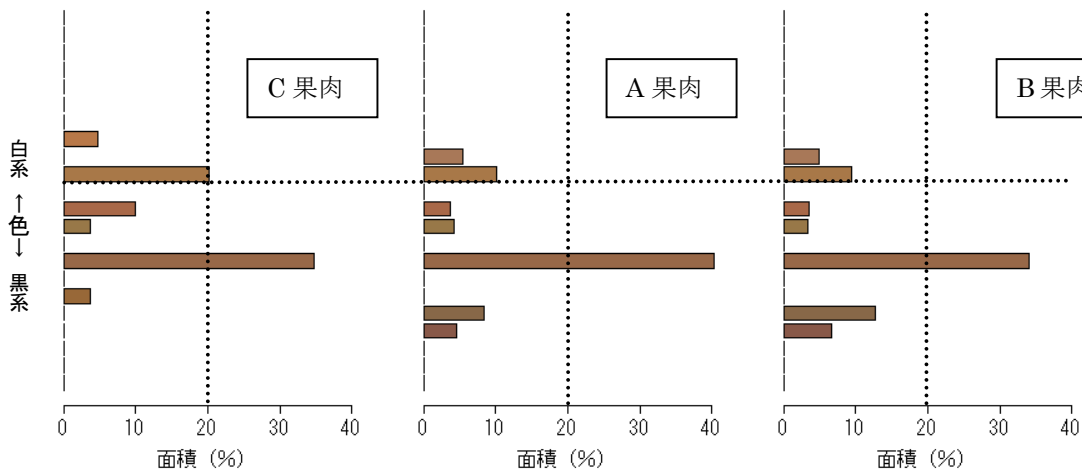


図 1-6 原料果肉の等級の違いによる‘ぼろたん’ペーストの色分布

※ 作図は図 1-5 に準じた

表 1-5 ‘ぼろたん’における原料果肉の違いによるペーストの官能評価結果

項目	比較組み合わせ ^Z			備考
	A-B	B-C	A-C	
見た目	+0.27	-0.45	+0.18	(+)良い⇔(-)悪い
粘・粉質	±0	±0	+0.09	(+)粘質⇔(-)粉質
総合評価	±0	+0.25	+0.17	(+)良い⇔(-)悪い

^Z 組み合わせの○-△で○が優れると+。12名で0±3の7段階評価
シェッフエの一对比較法(中屋の変法)で、いずれも有意差無し

3. 2 色調とポリフェノール量との関係解明 (試験 2)

3. 2. 1 果肉の変色程度とポリフェノール量の関係

‘ぼろたん’剥皮果肉のポリフェノール量は、貯蔵 0.5 か月ではいずれの剥皮方法でも 6,000 mg/100 g 程度であり差はなかった (図 2-4)。貯蔵 2 か月には、2℃貯蔵が-1℃貯蔵より、また、レンジ剥皮がブランディング剥皮よりポリフェノール量が多い傾向がみられたが、変色割合とポリフェノール量との間には関連性はみられなかった (図 2-4)。貯蔵 4 か月では、ポリフェノール量は、貯蔵 2 か月よりやや低下し、剥皮方法による差はみられなくなった (図 2-4)。ポリフェノール量と変色割合との間に関連性はみられなかった。

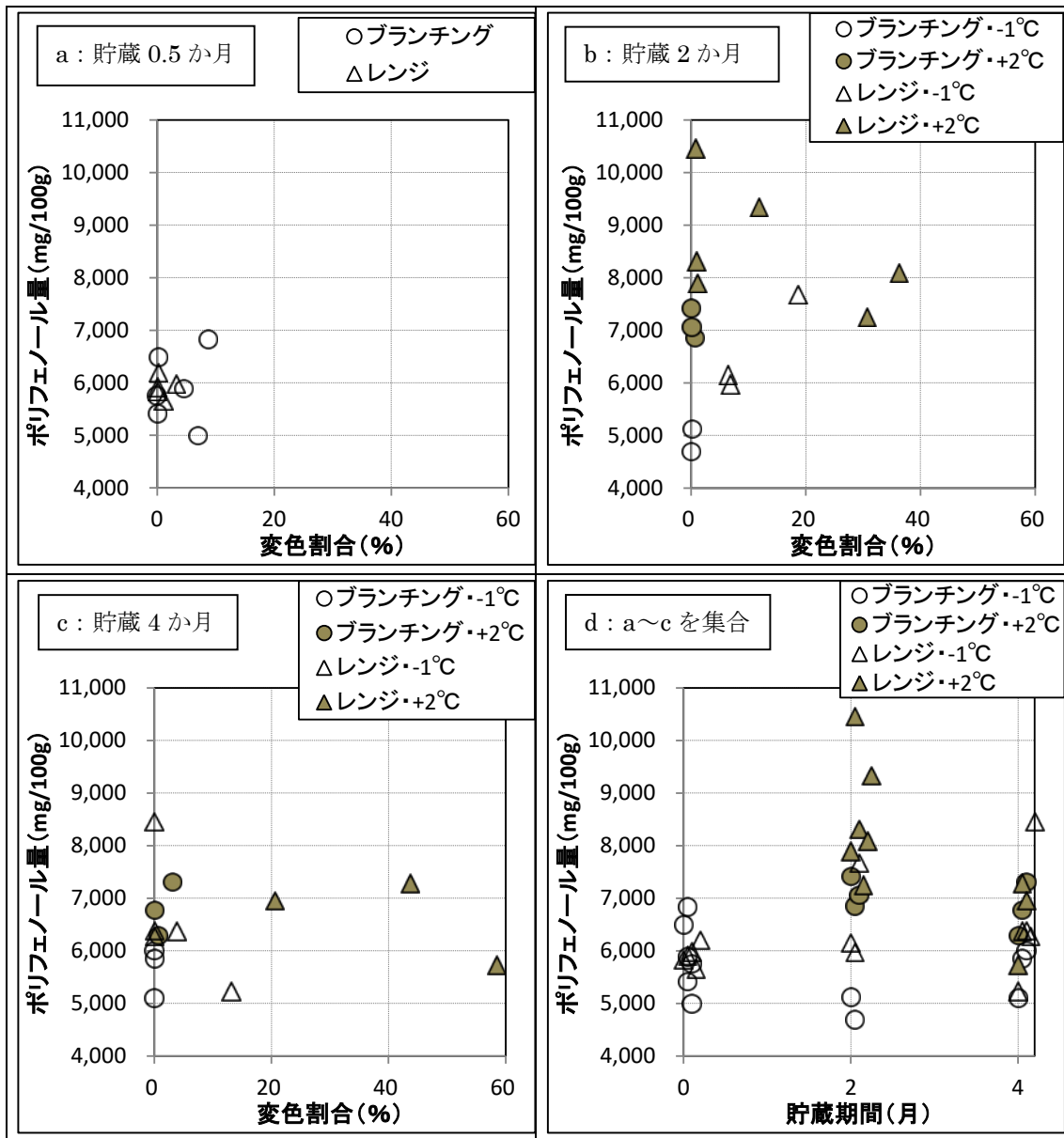


図 2-4 ‘ぼろたん’の貯蔵期間，剥皮果肉の変色割合とポリフェノール量との関係
a~c 図はそれぞれ貯蔵 0.5 か月，2 か月，4 か月の果実を供試した。d 図は a~c 図のデータをまとめてプロットしたが，0.5 か月は 0 か月と表し，また，点の重なりを抑えるために横方向にわずかにばらつかせて配置した。

3. 2. 2 ペーストの色調とポリフェノール量との関係

(1) 原料果実の貯蔵がポリフェノール量に及ぼす影響

‘丹沢’のペーストに比べ‘ぼろたん’の色調は明るかった(図 1-5)。「ぼろたん」と「丹沢」の両品種とも，原料果実の貯蔵によって色調が暗く変化する傾向が認められた(図 1-5)。色調が明るいペースト(貯蔵 0 か月)ほどポリフェノール量が少ない傾向を示し，原料果実の貯蔵により，両品種ともペースト中のポリフェノール量は増加した(図 2-5)。ポリフェノールの量は，原料果実の貯蔵の有無によらず，‘丹沢’に比べて‘ぼろたん’の方が少なかった(図 2-5)。

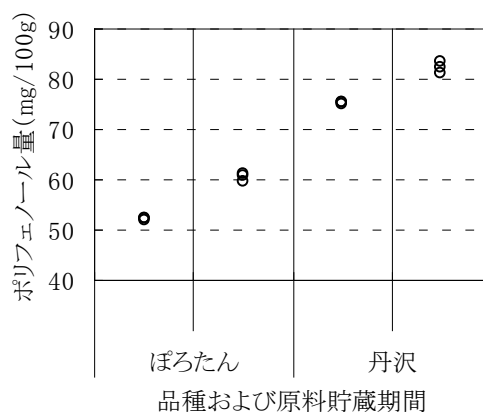


図 2-5 原料果実の品種および貯蔵期間とペーストのポリフェノール量との関係 (2013 年)

(2) 原料果実の品質がポリフェノール量に及ぼす影響

C 果肉で作った‘ぼろたん’ペーストの色調は他に比べて明るく (図 1-6), ポリフェノール量が少ない傾向がみられた (図 2-6)。A 果肉および B 果肉で作ったペースト間では, 色調 (図 1-6) およびポリフェノール量 (図 2-6) との間に差はみられなかった。

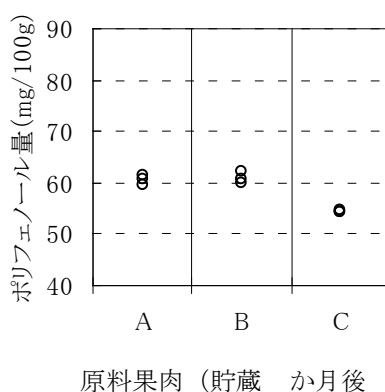


図 2-6 ‘ぼろたん’におけるポリフェノール量と原料等級との関係
※ 等級 (A~C) は本文参照

(3) 加工工程がポリフェノール量に及ぼす影響

全果ペーストでは, ‘ぼろたん’は‘丹沢’よりやや色が明るかった。ポリフェノール量は, 丹沢’の 70.2 mg/100 g に対し, ‘ぼろたん’では 60.8 mg/100 g とやや少なかった (図 2-7, ③と①)。

削りペーストでは品種間で色に明瞭な差はみられず, ポリフェノール量は‘丹沢’の 34.9 mg/100g に対し, ‘ぼろたん’では 23.2 mg/100 g とやや少なかった (図 2-7, ②と④)。

両品種とも, 全果ペーストよりも削りペーストの方が色は明るく, ポリフェノール量は少なくなった (図 2-7, ③と④, ①と②)。「ぼろたん」でのブランチングペーストは, 色の明るさ, ポリフェノール量ともに, 全果ペーストと削りペーストの間であった。

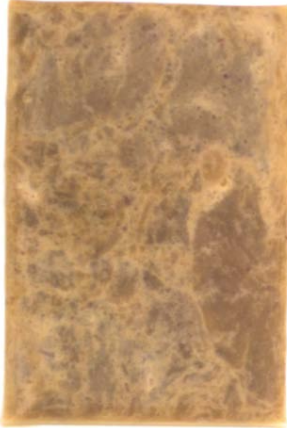




工程	全果を蒸し、 果肉を抉り出し加工 (全果ペースト)	皮と果肉表面を削り取り 果肉のみを蒸して加工 (削りペースト)	ブランチングで剥皮して 果肉のみを蒸して加工 (ブランチングペースト)
ぼろたん	 ③ ^Z 60.8mg/100g	 ④ 23.2mg/100g	 ⑤ 51.0mg/100g
丹沢	 ① 70.2mg/100g	 ② 34.9mg/100g	

図 2-7 品種および果肉の取り出し方の違いによるペースト外観とポリフェノール量
^Z 丸数字①～⑤は、図 2-3 に同じ
また、丸数字の後の数値はペースト 100g あたりの没色子酸換算ポリフェノール量

4 考察

4. 1 ペーストへの加工適性 (試験 1)

4. 1. 1 ペースト加工の歩留まりと作業時間

‘筑波’を甘露煮用に剥皮した場合の剥皮歩留まり 55～57% (佐野ら, 2016) に比べ, ‘丹沢’のペースト加工「取出」工程の歩留まりは 61% (図 1-3) とやや高かった。

一方, ‘ぼろたん’では, 剥皮の際に果肉表面を切除しないため, 「剥皮」工程の歩留まりは 76% と ‘丹沢’の「取出」工程よりさらに高い (図 1-3)。「ぼろたん」の剥皮が容易という特性が, 剥皮歩留まりの高さとして表れている。

また, 剥皮した ‘ぼろたん’の果肉は, 表面が露わになり障害部 (変色や腐敗) が目立ちやすく, 障害の無い A 果肉のみのペースト加工歩留まりは ‘丹沢’より低くなるが, 重度な障害部を除いた「全利用」を行うことで, ‘丹沢’並み～やや高いペースト加工歩留まりに改善することができる (表 1-2)。

作業時間は ‘丹沢’の 245 分に比べて ‘ぼろたん’は 310 分であり, ‘ぼろたん’のペースト加工時間が 65 分間長く, ‘丹沢’との作業時間比は 127%であった (図 1-3)。これは, ‘ぼろたん’の「剥皮」と「選

別」工程が、‘丹沢’の「選別」「取出」工程より55分間長くかかったことが主な原因であった。

従来のニホングリ品種でも、ペースト加工の「取出」作業は短時間で行えるため、かえって「傷入れ」、「加熱（ブランチング）」、「皮むき」と複数の工程が必要となる‘ぼろたん’の「剥皮」工程の方が長時間となった。すなわち、‘ぼろたん’の易剥皮性は、ペースト加工の作業時間の点では利点とならず、‘ぼろたん’のペースト加工では、加工歩留まりが‘丹沢’並み～やや高いものの、作業時間が‘丹沢’より長く、作業効率の面では‘ぼろたん’が‘丹沢’より優れるとは言い難い。

4. 1. 2 ペーストの品質等

原料を貯蔵することにより、ペーストの色は暗くなった（表 1-3, 図 1-5）。石井ら（2008）、原田（1960）は、貯蔵果実を加工すると変色が起きることを報告しており、ペーストの色調の変化も同様の機構によるものと考えられる。

また、クリは貯蔵によりデンプンが糖化することが知られており（永井ら、1992；新堀・日坂、1986）、原料貯蔵によるペーストの食感が粘質に変化したこともデンプンの糖化によるものと考えられる。

ゆでグリや焼き栗では、原料果実を貯蔵して糖化させることで甘くなり食味が向上する。ペーストでも糖度（Brix）の上昇（図 1-4）と総合評価の向上（表 1-3）が見られたが、ペーストは加工中に全体の20%量の砂糖を加えており、この量に比べると貯蔵による糖化の影響は小さいものと考えられる。‘ぼろたん’のA果肉、B果肉、C果肉の健全部のそれぞれから加工したペーストは、糖度には差があった（表 1-4）が、食感（粉質か粘質か）には差がなく、総合評価にも差がなかったことから（表 1-5）、原料果実を貯蔵することによるペーストの食味の向上は食感の変化によるものと推測される。

‘ぼろたん’と‘丹沢’の品種による品質の差は、色の違いがもっとも顕著であった。ペーストの色調は‘丹沢’よりも‘ぼろたん’の方が黄色く明るい（図 1-5）。また、‘ぼろたん’のA果肉、B果肉、C果肉の健全部のそれぞれから加工したペーストでは、C果肉のペーストが最も明るい色であった（図 1-6）。

4. 2 色調とポリフェノール量との関係解明（試験2）

‘ぼろたん’剥皮果肉の変色程度（重度、軽度）とポリフェノール量との間に関連性は認められなかった（図 2-1, 図 2-4）。変色程度の異なる剥皮果肉（図 1-2, A果肉、B果肉）から作ったペーストの色調（図 1-6）に差はなく、ポリフェノール量にも差はなかった（図 2-6）。一方、変色や腐敗部を除去したC果肉（図 1-2）からのペーストでは、色調が明るく（図 1-6）、ポリフェノール量が少なかった（図 2-6）。また、ペースト加工時の果肉の取り出し方を変えた場合、色調の明るいペーストほどポリフェノール量が少なかった（図 2-7）。

真部（2001）は、クリ甘露煮の褐変はポリフェノールの関与が大きいと推定している。また、既報（佐野ら、2015）で述べたように、‘ぼろたん’剥皮果肉は、剥皮後の時間の経過とともに変色する。これらのことから、剥皮状態では一部しか変色していないポリフェノールが、ペーストに加工する工程で変色しているものと考えられる。

甘露煮の比較では、‘筑波’より‘ぼろたん’の色調が濃く暗い傾向にあった（佐野ら、2016）が、ペーストの比較では‘丹沢’よりも‘ぼろたん’の色調が明るく、ポリフェノールが少ない傾向がみられた（図 1-5 および図 2-7）。真部（2001）は、ポリフェノールは果肉の最外部に多く中心部で少ないことを述べており、甘露煮の色調の差は、果肉の外側を切除した‘筑波’と、切除していない‘ぼろたん’の差を反映したものと考えられる。ペーストを同じ加工方法で比較した場合、‘ぼろたん’のポリフェノール量は‘丹沢’より少なく、そのため、色がより明るく黄色いものと考えられる。

今回の‘ぼろたん’のペースト加工工程（加熱により皮を剥いてペースト加工する）より、従来品種の加工工程（皮付きの果実を蒸煮後切って果肉を取り出す）の方が作業時間は短い。そのため、‘ぼろたん’でも従来の品種と同じ方法でペースト加工することが望ましく、この点では‘ぼろたん’のペーストへの加工適性は従来のニホングリ品種と同等と考えられる。

また、‘ぼろたん’ペーストの食味は他品種との差がなく、‘ぼろたん’ペーストの特長は、色がより明るいことである。クリを用いた加工品では「クリらしい色」にするために茶色く着色することも行われるため、ペーストの色が明るいことが必ずしも利点になるとは限らないが、菓子材料のペーストには様々なラ

インアップがあり、明るい色のものも販売されていることから、菓子業者等から明るい色のペーストを求められる場合には‘ぼろたん’を原料とすることが適当であると考えられる。

まとめ

渋皮易剥皮性を有するニホングリ‘ぼろたん’のペーストへの加工適性を評価するとともに、ペーストの色とポリフェノール量との関係について検討した。

‘ぼろたん’は、‘丹沢’に比べて、ペースト加工歩留まりは同等～やや高いが、加熱による剥皮を行うと時間がかかり、ペースト加工の作業時間は長くかかる。作業効率を考えると、加熱による剥皮は行わず、従来の品種と同様に、蒸煮後果肉取り出しの方法でペースト加工することが望ましい。

ペーストの品質については、色は‘ぼろたん’の方が‘丹沢’に比べて黄色く明るい。これは、ペーストのポリフェノール量が‘ぼろたん’の方が‘丹沢’よりも少ないためと考えられる。色以外の品質は‘丹沢’とほぼ同様であった。このことから、明るい色のペーストが求められる場合は、‘丹沢’より‘ぼろたん’が向いていると考えられた。

引用文献

- 原田 昇 (1960) 栗果の貯蔵に関する研究 (I) 貯蔵期間を異にする栗果の缶詰加工時に於ける変色について, 大阪学芸大紀要. 8 : 150-153.
- 石井貴・藤田醸司・鹿島恭子・小田喜保彦. 2008. クリの低温貯蔵に関する研究. 茨城農総セ園研研報. 16 : 1-11
- 鹿島恭子. 2000. おいしい栗ペーストと栗菓子の製品化. 茨城県工業技術センター研究報告. 29 : 91-92.
- 真部孝明. 2001. クリ果実 その性質と利用. pp. 66-68 および pp. 90-91 農文協. 東京.
- 永井耕介・堀本宗清・澤正樹・吉川年彦. 1992. クリの低温貯蔵における糖含量の変化. 兵庫中央農技研報 (農業). 40 : 29-34
- 新堀二千男・日坂弘行. 1986. クリ果実のプラスチックフィルム包装貯蔵に関する研究. 千葉農試研報. 27 : 81-87
- 佐野健人・鹿島恭子・池羽智子. 2015. ニホングリ‘ぼろたん’の剥皮および貯蔵に関する研究. 茨城農総セ園研研報 . 22 : 15-25
- 佐野健人・鹿島恭子・池羽智子. 2016. ニホングリ‘ぼろたん’の甘露煮加工方法に関する研究. 茨城農総セ園研研報 . 23 : 34-60
- 佐藤信. 1985. 統計的官能検査法. pp. 263-270. 日科技連出版社. 東京.

Summary

In this study, we evaluated processing suitability for a fruit paste made from Japanese chestnut cv. ‘Porotan’, and examined a relationship between visible color and polyphenol content in its fruit paste. New variety ‘Porotan’ shows easy peeling of pellicle by heating as a unique characteristic.

Compared with ‘Tanzawa’, processing yield of a fruit paste using ‘Porotan’ is comparable higher, but working time for processing takes longer. So, it is better to process a fruit paste without heating.

Qualities of fruit pastes made from two cultivars do not show a clear difference except for its color. Pastes made from ‘Porotan’ are yellower and brighter than that of ‘Tanzawa’, while polyphenol contents of pastes using ‘Porotan’ are less than that of ‘Tanzawa’.

These results suggest that an amount of polyphenol content relates to visible color of fruit pastes made from the two cultivars, and a yellower and brighter paste is made from ‘Porotan’.

Keywords : Japanese chestnut, 'Porotan', fruit paste, processing, quality