

サツマイモ品種「こなみずき」澱粉製造におけるpH調整が澱粉品質に与える影響

誌名	応用糖質科学：日本応用糖質科学会誌 = Bulletin of applied glycoscience
ISSN	21856427
著者名	時村,金愛 久米,隆志 藤田,清貴 北原,兼文
発行元	日本応用糖質科学会
巻/号	7巻1号
掲載ページ	p. 29-34
発行年月	2017年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



サツマイモ品種「こなみずき」澱粉製造における pH 調整が澱粉品質に与える影響

(2016年11月1日受付；2016年12月22日採択)

時村金愛¹，久米隆志²，藤田清貴³，北原兼文^{3,*}

¹ 鹿児島県大隅加工技術研究センター (893-1601 鹿児島県鹿屋市串良町細山田 4938)

² 鹿児島県農業開発総合センター大島支場 (894-0068 鹿児島県奄美市浦上町 7-1)

³ 鹿児島大学大学院連合農学研究科 (890-0065 鹿児島市郡元 1-21-24)

Effect of pH Control in Starch Production from a Sweetpotato Variety “Konamizuki” on Starch Quality

Kanae Tokimura,¹ Takashi Kume,² Kiyotaka Fujita³ and Kanefumi Kitahara^{3,*}

¹Kagoshima-Osumi Food Technology Development Center

(4938 Hosoyamada, Kushiracho, Kamoya, Kagoshima 893-1601, Japan)

²Kagoshima Prefectural Institute for Agricultural Development (7-1 Urakagami, Amami, Kagoshima 894-0068, Japan)

³The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University (1-21-24 Korimoto, Kagoshima 890-8580, Japan)

要旨：サツマイモ品種「こなみずき」の澱粉製造において、塊根磨砕物の pH を変えて調製した澱粉の白度や粘度特性等を測定し、pH 調整が澱粉の品質に与える影響を調査した。モデル実験では、「こなみずき」塊根を磨砕した磨砕物に水酸化カルシウム [Ca(OH)₂] 飽和水溶液を添加して pH を 6.4~9.0 の範囲で調整してから澱粉を調製した。無添加の pH 6.4 で調製した澱粉は白度が 84.9 であるのに対して、弱アルカリ (pH 7.8~9.0) で調製した澱粉は白度が 87.3~88.3 と向上した。一方、RVA による粘度上昇温度は 58.4~59.9°C の範囲にあり、また澱粉ゲル (わらびもち) や澱粉糊液の付着性や粘弾性においても大きな変化はなく、pH 調整が澱粉の粘度特性や物性に与える影響は認められなかった。次に、澱粉製造工場における磨砕工程に pH 調整を適用した結果、塊根磨砕後の pH を 8.8 に調整して製造した澱粉は 91.7 と高い白度の値を示した。また、磨砕工程での pH 調整が澱粉の粘度特性に与える影響は小さく、澱粉白度が向上した澱粉はポリフェノール吸着量の目安となるアルカリ着色度の値も低かった。これらのことから、栽培環境のストレスによりポリフェノール含量が高まった「こなみずき」塊根であっても、磨砕工程の pH 調整によって澱粉へのポリフェノール吸着が抑制され澱粉白度を向上できることが明らかになった。

キーワード：サツマイモ澱粉，pH 調整，澱粉白度，ポリフェノール，澱粉製造**

サツマイモ澱粉は国内で1年間に約3万7千トン製造され¹⁾、北海道のバレイショ澱粉とともに国内で生産される最も類澱粉である。鹿児島県におけるサツマイモの生産量は年間約32万トンとなっており、その中で澱粉原料用として使用されるサツマイモは年間約14万トンと約4割を占め²⁾、南九州における澱粉産業は鹿児島県の畑作物農業および地域経済を支える基幹産業として重要な役割を担っている。サツマイモ澱粉は現状では約8割が糖化原料用として使用されているが³⁾、糖化原料用は安価な輸入澱粉と競合することから、今後の需要を確保するために食品用途へ転換することが急務となっている。

そのような中、低温糊化特性澱粉を有するサツマイモ品種「こなみずき」が育成され⁴⁾、この澱粉が優れた耐老化

性やゲル形成能を示すことから食品利用への用途拡大が期待されている⁵⁾。我々は、前報において栽培条件が異なる「こなみずき」塊根の澱粉品質について報告し⁶⁾、気温が低下する11月下旬以降に収穫した「こなみずき」塊根から調製した澱粉は、白度が低下することを明らかにし、その要因は低温ストレスにより塊根中のポリフェノール含量が増加して澱粉へのポリフェノール吸着量が増加するためと考察した。澱粉白度の低下は、澱粉ゲルや澱粉麺などの加工食品の着色(褐変)要因となることがあり、食品用澱粉としての普及を妨げる可能性がある。新たに開発された「こなみずき」澱粉を食品用として普及させるためには、収穫時期に係わらず澱粉品質を一定の基準以上に保つ技術が必要である。

*連絡先 (Tel. 099-285-8638, Fax. 099-285-8638, E-mail: kitahara@chem.agri.kagoshima-u.ac.jp)

**Key words: sweetpotato starch, pH control, starch whiteness, polyphenol, starch production

本研究では、サツマイモ品種「こなみずき」澱粉の白度向上技術の確立を図ることを目的とし、まず、モデル実験で塊根磨砕液の pH 調整を行い、澱粉白度や澱粉品質に与える影響について調査した。その結果、pH 調整による澱粉白度の向上が認められたことから、澱粉製造工場において塊根の磨砕後に pH 調整を行い、ポリフェノールの澱粉への吸着抑制および澱粉白度に与える影響について調査したので報告する。

1. 実験材料と実験方法

1) 実験材料

本研究では、モデル実験および澱粉製造工場で塊根磨砕液の pH 調整を行った澱粉を調製して供試試料とした。

モデル実験で用いた「こなみずき」塊根は、2013年11月13日に鹿児島県農業開発総合センター大隅支場（鹿児島県鹿屋市）で収穫されたものを使用した。収穫後の塊根を水洗後、小型のロール磨砕機（㈲小中産業、鹿児島）ですり潰して磨砕した。この塊根磨砕液を1kgずつ採取し、3倍量の水を加えた後、食品添加物として利用可能な水酸化カルシウム $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ （関東化学㈱、東京）飽和水溶液の添加量を変えて、それぞれ pH 7.0, 7.5, 7.8, 8.5, 9.0 に調整した。なお、水酸化カルシウム飽和水溶液を添加しない pH 未調整の塊根磨砕液の pH は 6.4 であった。pH 調整後は塊根磨砕液を10分間攪拌し、静置後に上澄み液を除去した。固形物は加水しながら目開き 355 μm の篩を通して澱粉粕を取り除き1晩静置して澱粉を沈降させた。上澄みを捨て、沈降した澱粉は加水しながら目開き 90 μm の篩、目開き 63 μm の篩を通して微粕を取り除き、上澄み液が透明になるまで水洗と沈降を繰り返して澱粉を精製した。精製澱粉は吸引ろ過（No. 2ろ紙、アドバンテック東洋㈱、東京）で回収後、自然乾燥して目開き 355 μm の篩を通し、澱粉試料とした。

澱粉製造工場の試料は、南さつま農業協同組合霜出澱粉工場（鹿児島県南九州市）で製造された澱粉で、澱粉原料である「こなみずき」塊根は、2013年11月下旬から12月初旬にかけて収穫され、澱粉は12月12日に採取された。

サツマイモ澱粉の製造工程フローの概略⁷⁾を図1に示した。すなわち、本実験での製造工程は以下の通りである。塊根を洗浄後、高速磨砕機（SR-630、㈱瀬野鉄工所、北海道）で加水しながら磨砕し、デカンター遠心分離機（STNX438S、アルファ・ラバル㈱、東京）で固形分（繊維や澱粉）と脱汁液（廃液）に分離した。脱汁された固形物を遠心篩い機（GRL-850、㈱瀬野鉄工所、北海道）で水洗しながら目開き 106 μm の篩を通して澱粉粕と澱粉乳に分離し、さらに澱粉乳をノズルセパレーター（SSC-655EW、斉藤遠心機工業㈱、東京）やハイドロサイクロン（N62-350-11、㈱瀬野鉄工所、北海道）で澱粉乳を濃縮・精製し、微細な繊維や不純物を取り除いた。精製された澱粉乳を遠心脱水機（HZ160Si、三菱化工機㈱、神奈川県）で脱水

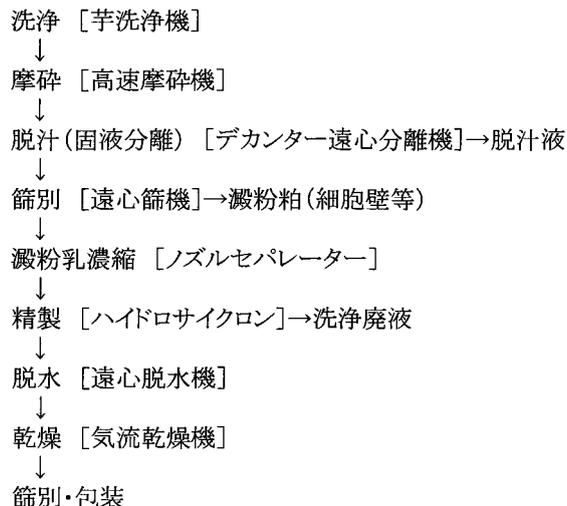


図1. サツマイモ澱粉の製造工程フロー

[] 内は製造装置名。

し、水分を35%前後に調整後、気流乾燥機（北斗工機㈱、北海道）で乾燥した。これらの工程で、磨砕工程後に水酸化カルシウム飽和水溶液を添加して pH を弱アルカリとし、結果として塊根磨砕液の pH は pH 8.8 となった。各製造工程から磨砕液または澱粉乳を採取して、加水しながら目開き 63 μm の篩を通して澱粉粕を取り除いた後、静置して澱粉を沈降させた。沈降した澱粉は、モデル実験と同様に精製および乾燥した。各製造工程の pH については、磨砕工程では磨砕液、濃縮および精製工程では澱粉乳、脱水および乾燥工程では澱粉を高純水に懸濁して測定した。

2) 澱粉の特性

澱粉の白度は白度計（C-100、㈱ケット科学研究所、東京）で測定した。各試料につき測定は3回行い、平均値を示した。

澱粉の粘度特性は、ラピッドビスコアナライザー（RVA-3D、フォスジャパン㈱、東京）で測定し、澱粉濃度は7% (w/w) とした⁹⁾。

澱粉の平均粒径は、レーザー回折式粒度分布装置（HELOS & RODOS、Sympatec GmbH、ドイツ）を使用して水中湿式で測定し、平均粒径（メジアン径）を求めた。

澱粉のアルカリ着色度は、澱粉 1.5 g（無水物）に 3 mL の 0.1 N 水酸化ナトリウム水溶液を加えて攪拌し、15分ごとに攪拌しながら1時間静置した。遠心分離（2,460 × G, 10分）後、得られた上澄み溶液の 420 nm の吸光度を分光光度計（V-550、日本分光㈱、東京）で測定し、アルカリ着色度とした。

これらの実験において、測定は各試料につき2回行い、測定値がほぼ一致したので平均値を示した。

3) 澱粉ゲルおよび澱粉糊液の物性

澱粉ゲル（わらびもち）を次の方法で調製し、物性を評価した⁹⁾。澱粉（40 g）、グラニュー糖（50 g）、水 210 mL をセパラブルフラスコ（500 mL 容）に入れ、混合して懸濁

液を調製した。懸濁液をパドルで攪拌しながら 3°C/min で 25°C から 95°C まで加熱後、95°C で 5 分間保持し、15 分間は 100 rpm、その後は 70 rpm で連続的に攪拌した。加熱終了後、一定量 (17 g) を底が平らな円筒状のプラスチックチューブ (30 mm 径) に入れ、気泡を除くために蒸気で 5 分間加熱後、直ちにピストンで押さえて成形した。高さ 20 mm に成型されたゲル試料は数時間 20°C で静置した後、5°C で 3 日間冷蔵した。澱粉ゲルの破断特性の測定にはレオメータ (RE-33005, 株式会社山電, 東京) を使用した。冷蔵したゲル試料を測定前に 20°C で数時間置き、半円状 (高さ 10 mm) にカットし、くさび型 (1 mm 幅) のプランジャー (No. 49) で圧縮 (1 mm/s, 圧縮率 98%) した。破断曲線における歪率 5~15% の間の弾性率をゲルの見かけの弾性率として硬さの指標とした。また、ゲルが破断されるまでの距離を試料の厚さで割った値を破断歪率 (%) とした。測定は 6 回行い、平均値を示した。

澱粉糊液 (6%, w/w) のかたさと付着性は、レオメータ (RE-33005, 株式会社山電, 東京) で測定した。澱粉糊液の調製には RVA を使用し、加熱冷却後の最終温度は 50°C とした。ステンレスシャーレ (40 mm 径, 高さ 15 mm) に入れた澱粉糊液を、丸平型プランジャー (20 mm 径) で 2 回圧縮 (10 mm/s, 圧縮率 30%) した。1 回目圧縮時の最大荷重をかたさとし、1 回目にプランジャーを引き上げた際の負荷面積を付着性とした。測定は 3 回行い、平均値を示した。

澱粉ゲル (8%, w/w) の冷凍解凍による離水率の測定には、同様に RVA を用いて調製した澱粉糊液を用いた。澱粉糊液を 5 g ずつコニカルチューブ (50 mL 容) に取り分け、遠心分離 (1,700 × G, 15 分) により脱気後、冷凍保管 (-20°C, 2 週間) した。凍結した澱粉ゲルを 30°C で 1 時間の解凍処理後、遠心分離 (1,700 × G, 15 分) により生じた離水量を測定し、離水率とした。離水率の測定は 4 回行い、平均値を示した。

動的粘弾性はレオメータ (Rheostress RS1, HAKKE, ドイツ) で測定した。RVA を用いて調製した澱粉糊液 (6%, w/w) について、コーンプレート (35 mmφ, ギャップ 0.05 mm) を使用し、20°C で貯蔵弾性率 (G') の応力依存性 (周波数 1 Hz) を測定した。

2. 実験結果

1) モデル実験における「こなみずき」塊根磨砕液の pH 調整と澱粉特性

表 1 には水酸化カルシウム飽和水溶液により調整した「こなみずき」塊根磨砕液の pH と澱粉調製後の白度とアルカリ着色度を示した。水酸化カルシウム飽和水溶液を添加しない pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉白度が 84.9 に対して、pH 7.0 以上に調整すると澱粉白度は 86.6 以上に上昇した。最も高い澱粉白度の値は pH 7.8 の 88.3 であった。アルカリ着色度は、澱粉に吸着したポリフェノール量の目安となる。pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉のアルカリ着色度が 0.145

であるのに対して、pH 調整を行った澱粉ではアルカリ着色度が低下し、最も澱粉白度が高い pH 7.8 の澱粉ではアルカリ着色度も 0.109 と最も低くなった。

表 2 には pH 調整を行った澱粉試料の RVA 粘度特性 (7%, w/w) を示した。最高粘度は pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉が 222.3 を示したのに対して、pH 調整 (pH 7.0~9.0) を行った澱粉は 202.5~222.0 を示した。ブレイクダウンは pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉が 85.1 を示したのに対して、pH 調整 (pH 7.0~9.0) を行った澱粉は 67.0~81.3 を示した。また、粘度上昇温度は pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉が 58.5°C を示したのに対して、pH 調整 (pH 7.0~9.0) を行った澱粉は 58.4~59.9°C を示した。これらの結果から、最高粘度や粘度上昇温度については pH 調整の有無による大きな影響は認められなかった。

pH 未調整 (pH 6.4) から pH 調整 (pH 9.0) までの澱粉試料において RVA 粘度特性値に大差が認められなかったため、以後の実験は pH 未調整 (pH 6.4) と pH 調整 (pH 7.8, 9.0) の 3 点に絞って実験した。まず、澱粉ゲル (わらびもち) を作製し、冷蔵保存中の見かけの弾性率と破断歪率の変化を調べた。一般的なサツマイモ澱粉に比べて「こなみずき」澱粉はゲルを冷蔵してもかたくなり、物性変化が小さいことが特徴である⁹⁾。図 2 に示すように、pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉と pH 調整 (pH 7.8, 9.0) を行った澱粉のいずれにおいても、見かけの弾性率や破断歪率の変化は小さく、pH 調整が澱粉ゲルの物性に与える影響は認められなかった。

表 3 に 6% 澱粉糊液の物性および 8% 澱粉ゲルの冷凍解凍処理後の離水率を示した。澱粉糊液のかたさは変化がな

表 1. pH 調整を行った「こなみずき」塊根磨砕液から調製した澱粉の白度とアルカリ着色度

pH	澱粉白度	アルカリ着色度 (420 nm 吸光度)
6.4	84.9	0.145
7.0	86.6	0.117
7.5	86.7	0.112
7.8	88.3	0.109
8.5	87.3	0.133
9.0	87.5	0.111

pH 6.4 以外の試験区は、水酸化カルシウム飽和水溶液を使用し、塊根磨砕液の pH を調整した。白度は白度計で測定し、着色度はアルカリ抽出液の 420 nm での吸光度とした。

表 2. pH 調整を行った「こなみずき」塊根磨砕液から調製した澱粉の RVA 粘度特性 (7% w/w)

pH	最高粘度 (RVU)	ブレイクダウン (RVU)	セットバック (RVU)	粘度上昇温度 (°C)
6.4	222.3	85.1	132.8	58.5
7.0	210.4	72.5	123.2	59.4
7.5	205.9	72.0	123.6	58.7
7.8	213.0	78.5	126.0	58.4
8.5	202.5	67.0	128.7	59.9
9.0	220.0	81.3	116.4	58.9

pH 6.4 以外の試験区は、水酸化カルシウム飽和水溶液を使用し、塊根磨砕液の pH を調整した。

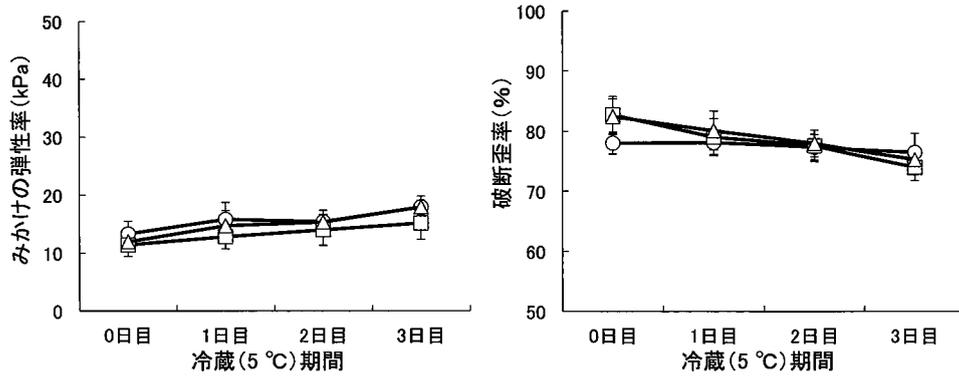


図2. pH調整を行った「こなみずき」塊根磨砕液から調製した澱粉のゲル(わらびもち)の物性変化

○, pH 6.4 ; □, pH 7.8 ; △, pH 9.0. 物性はレオメータで測定し, 平均値と標準偏差を示した.

表3. pH調整を行った「こなみずき」塊根磨砕液から調製した澱粉の糊液の物性および冷凍解凍処理後の離水率

pH	6% 澱粉糊液の物性		8% 澱粉ゲルの冷凍解凍後の離水率 (%)
	かたさ (N)	付着性 (J/m ³)	
6.4	0.14 ± 0.01	442.5 ± 26.6	0.6 ± 0.5
7.8	0.13 ± 0.00	449.9 ± 19.1	0.2 ± 0.1
9.0	0.14 ± 0.00	479.3 ± 11.8	0.6 ± 0.4

pH 6.4 以外の試験区は, 水酸化カルシウム飽和水溶液を使用し, 塊根磨砕液の pH を調整した. 物性はレオメータで測定し, 離水率は冷凍解凍後に遠心分離により生じた離水量を測定した. 数値は平均値 ± 標準偏差を示した.

く, 付着性は pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉が 442.5 J/m³ であるのに対して, pH 調整 (pH 7.8, 9.0) を行った澱粉がそれぞれ 449.9 J/m³ と 479.3 J/m³ であった. 冷凍解凍処理後の離水率は, pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉が 0.6% であるのに対して, pH 調整 (pH 7.8, 9.0) を行った澱粉は 0.2% と 0.6% であり, 澱粉糊液のかたさと付着性や澱粉ゲルの冷凍解凍処理後の離水率においても pH 調整が与える影響は認められなかった.

図3に6%澱粉糊液の貯蔵弾性率 (G') の応力依存性を示した. pH 未調整 (pH 6.4) の澱粉糊液に対して, pH 調整 (pH 7.8, 9.0) を行った澱粉糊液の貯蔵弾性率 (G') はやや低下する傾向がみられたが, 大きな影響は認められなかった.

2) 澱粉製造工場における塊根磨砕液の pH 調整と澱粉特性

表4には pH 調整を行った各製造工程で採取した澱粉の pH, 白度ならびにアルカリ着色度を示した. 澱粉白度は磨砕工程後の澱粉が 81.1, 澱粉乳濃縮工程後の澱粉が 85.7, 精製工程後の澱粉では 88.4 に上昇した. 脱水工程と乾燥工程を経た最終的な澱粉白度は 91.7 となった. アルカリ着色度は磨砕工程後の澱粉は 0.217 であったが, 精製工程後の澱粉では 0.113, 乾燥工程後の澱粉では 0.097 に低下した.

表5に pH 調整を行った各製造工程で採取した澱粉の RVA 粘度特性 (7%, w/w) と平均粒径を示した. 磨砕工

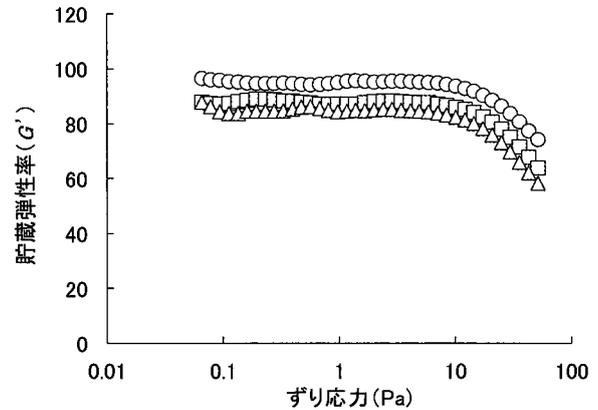


図3. pH調整を行った「こなみずき」塊根磨砕液から調製した澱粉の6% (w/w) 糊液の貯蔵弾性率 (G') の応力依存性

○, pH 6.4 ; □, pH 7.8 ; △, pH 9.0. 動的粘弾性はレオメータで測定した.

表4. 「こなみずき」澱粉製造工場での pH 調整を行った各製造工程の pH と各製造工程から調製した澱粉の白度とアルカリ着色度

製造工程	pH	澱粉白度	アルカリ着色度 (420 nm 吸光度)
磨砕	8.8	81.1	0.217
濃縮	6.4	85.7	0.313
精製	6.3	88.4	0.113
脱水	6.2	91.5	0.080
乾燥	6.2	91.7	0.097

製造工程フローは図1に示す通りで, 「こなみずき」塊根磨砕液に水酸化カルシウム飽和水溶液を加えて pH を弱アルカリ (pH 8.8) に調整した. 白度は白度計で測定し, 着色度はアルカリ抽出液の 420 nm での吸光度とした.

程後の澱粉では最高粘度が 220.3 RVU, 粘度上昇温度が 59.3°C, 平均粒径が 18.8 μm であった. 乾燥工程後の澱粉では最高粘度が 258.2 RVU, 粘度上昇温度が 57.9°C, 平均粒径が 18.9 μm を示し, 製造工程後半 (脱水工程, 乾燥工程) では製造工程前半 (磨砕工程, 濃縮工程) よりも最高粘度が上昇した. 図4には pH 調整を行った各製造工程で採取した澱粉の粒度分布を示した. 今回の製造実験では, 粒径 25 μm 以上の大粒子が製造工程前半よりも製造工程後半でやや多い特徴がみられた.

表 5. 「こなみずき」澱粉製造工場で pH 調整を行った各製造工程から調製した澱粉の RVA 粘度特性 (7% w/w) と粒径

製造工程	最高粘度 (RVU)	ブレイクダウン (RVU)	セットバック (RVU)	粘度上昇温度 (°C)	澱粉粒径 (μm)
磨砕	220.3	88.6	119.8	59.3	18.8
濃縮	223.5	98.4	117.1	58.3	15.7
精製	254.2	124.0	115.6	58.1	17.9
脱水	251.3	112.6	115.8	58.2	19.6
乾燥	258.2	120.2	123.5	57.9	18.9

製造工程フローは図 1 に示す通りで、「こなみずき」塊根磨砕液に水酸化カルシウム飽和水溶液を加えて pH を弱アルカリ (pH 8.8) に調整した。澱粉粒径はレーザー回折式粒度分布装置で測定した。

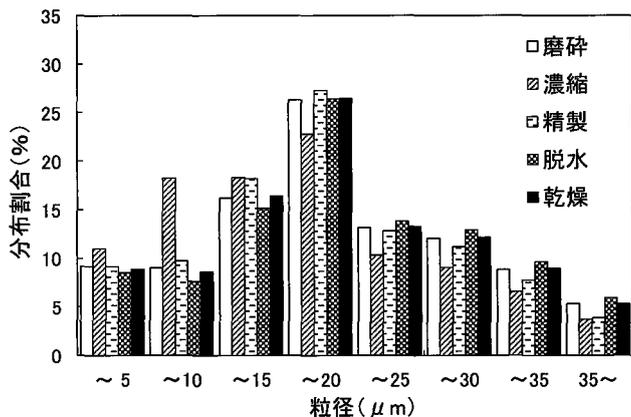


図 4. 「こなみずき」澱粉製造工場で pH 調整を行った各製造工程から調製した澱粉の粒度分布
粒度分布はレーザー回折式粒度分布装置で測定した。

3. 考 察

モデル実験では、表 1 の結果から「こなみずき」塊根磨砕液の pH を 7.0 以上に調整することで、調製澱粉の白度が向上することが明らかになった。また、pH を 7.0 以上に調整することによって澱粉のアルカリ着色度は低下した。アルカリ着色度は澱粉に吸着したポリフェノール量の目安となることから、アルカリ着色度の低下は澱粉へのポリフェノールの吸着量が低下したことを示唆する^{6,8)}。このことは、pH がアルカリ側に変化することによってポリフェノールの水酸基や澱粉表層のグルコースの水酸基や結合リン酸基が部分的に解離することにより両者の吸着力が弱まるのが要因ではないかと推察される。また、サツマイモのポリフェノールはクロロゲン酸を主体としている^{9,10)}が、リン酸基の多いジャガイモ澱粉にはクロロゲン酸がほとんど吸着されなかった結果も報告されている¹¹⁾。

モデル実験で最も澱粉白度が高かったのは、pH 7.8 (澱粉白度は 88.3) となっており pH 未調整 (pH 6.4) と比較すると澱粉白度が 3.3 上昇した。しかし、pH が更に高くなると pH 7.8 よりも若干低下した。山村らは澱粉に吸着したクロロゲン酸が酸化着色することで澱粉白度が低下することを報告している^{12,13)}。また、クロロゲン酸はアルカリ側での酸化によって緑変することが報告されている^{14,15)}。山村らは pH 8.0 以上に調製した澱粉は、澱粉へのクロロ

ゲン酸の吸着は抑制できるが、緑変した色素によって澱粉白度が低下することを報告している¹⁶⁾。本実験においても pH 8.5 と 9.0 では磨砕液から固液分離した上澄み液は緑変しており、この色素によって澱粉白度がやや低下したと考えられた。一方、pH 調整を行った澱粉の粘度特性や物性を比較した結果、それらの特性値に塊根磨砕液の pH 調整が与える影響は少ないと判断された。

「こなみずき」澱粉の製造工場において、塊根磨砕液の pH 調整を行った澱粉は、脱汁工程や澱粉乳の濃縮工程でポリフェノールが脱汁液や廃液に移行して取り除かれ、さらに精製・脱水工程で微粕が取り除かれることにより澱粉白度は 91.7 と大幅に向上した。また、アルカリ着色度も乾燥後は 0.097 と低下した (表 4)。塊根磨砕液の pH 調整後に工場ではデカンターで速やかに固液分離を行うことから澱粉へのポリフェノール吸着抑制効果がさらに高まったと考えられた。濃縮工程で一時的にアルカリ着色度が上昇するが、このことには精製工程で漏れた微粕を含む小粒子の澱粉を再精製するために濃縮工程に再投入することが影響していると考えられた。また、精製工程以降の澱粉は RVA による最高粘度が上昇したが (表 5)、これらの澱粉では粒度分布において 25 μm 以上の粒子がやや多くなっていることから (図 4)、最高粘度の上昇は pH 調整によるものではなく製造方法に起因するものと推察された。

以上の結果から、「こなみずき」澱粉の白度向上対策には、水酸化カルシウム飽和水溶液による塊根磨砕液の pH 調整が有効であることが示された。前報において、「こなみずき」澱粉の白度は収穫後期 (11 月下旬以降) になると塊根中のポリフェノールが増加し、澱粉白度が低下することを報告した⁹⁾。pH 調整の技術導入によって、収穫後期の「こなみずき」から調製される澱粉の白度も向上させることができ、澱粉品質の安定化に寄与することができる。本報告ではサツマイモ品種は「こなみずき」で試験を行ったが、「シロユタカ」など他の澱粉原料用品種についても本技術を適用することによって澱粉白度の向上が可能となり、サツマイモ澱粉のさらなる品質向上が図られ、需要拡大に寄与することを期待する。

謝辞

本研究は、農林水産省の新たな農林水産政策を推進する

実用技術開発事業「新規カンショでん粉の実用化に向けた原料生産および加工利用技術の開発」(平成23~25年度)で実施した。本研究を実施するにあたり、澱粉工場の試料を御提供いただいた南さつま農業協同組合霜出澱粉工場の皆様および澱粉工場の製造工程について御助言いただいた北斗工機株式会社の皆様に感謝の意を表します。

文献

- 1) 農林水産省政策統括官付地域作物課：国内産いもでん粉の計画生産数量と生産実績の推移，平成27年度版いも・でん粉に関する資料，pp. 212 (2016). <http://www.maff.go.jp/j/seisan/tokusan/imo/siryou.html>, 2016.10.28
- 2) 農林水産省政策統括官付地域作物課：かんしょの用途別消費の推移，平成27年度版いも・でん粉に関する資料，pp. 27-31 (2016). (<http://www.maff.go.jp/j/seisan/tokusan/imo/siryou.html>, 2016.10.28)
- 3) 独立行政法人農畜産業振興機構：国内で生産されるいもでん粉の仕向け先，日本のでん粉事情，pp. 7 (2014). (<http://www.alic.go.jp/content/000088026.pdf>, 2016.10.28)
- 4) 片山健二，境 哲文，甲斐由美，中澤芳則，吉永 優：サツマイモ新品種「こなみずき」の育成，九州沖縄農研報告，58, 15-36 (2012).
- 5) K. Tokimura, K. Fujita and K. Kitahara: Physicochemical properties and food uses of starch from the new sweetpotato cultivar Konamizuki. *J. Appl. Glycosci.*, **64**, 1-8.
- 6) 時村金愛，下園英俊，久米隆志，西原 悟，小山田耕作，福元伸一，藤田清貴，北原兼文：栽培条件の異なるサツマイモ新品種「こなみずき」塊根の澱粉品質，応用糖質科学，4, 234-240 (2014).
- 7) 室井孝仁：でん粉製造設備について，砂糖類・でん粉情報，59, 8月号, 1-7 (2012).
- 8) 鈴木繁男，中村道徳：澱粉製品の規格，実用実験法。「澱粉科学実験法」朝倉書店，東京，pp. 279-281 (1965).
- 9) 瓜谷郁三：Phytopathological chemistry of the black-rotted sweet potato: Part 5. Physiology of the polyphenols in injured sweet potato. 農化，27, 57-61 (1953).
- 10) W.M. Walter and W.E. Schadel: Distribution of phenols in 'Jewel' sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] roots. *J. Agric. Food Chem.*, **29**, 904-906 (1981).
- 11) K. Kitahara, A. Goto, K. Nishizono, T. Suganuma and T. Nagahama: Characteristics of adsorption of some compounds into sweetpotato starch and their participation in starch quality. *J. Appl. Glycosci.*, **44**, 497-504 (1997).
- 12) 山村 頌，河野利治：甘藷デンプンの汚染機構に関する研究 (第4報) 甘藷デンプンの汚染機構に関する研究 (第4報) ポリフェノール，オキシダーゼ，アスコルビン酸及びアミノ酸の添加によるデンプン白度の変化クロロゲン酸吸着のデンプン白度低下に及ぼす影響。農化，35, 826-831 (1961).
- 13) 山村 頌，河野利治：甘藷デンプンの汚染機構に関する研究 (第5報) クロロゲン酸吸着のデンプン白度低下に及ぼす影響。農化，35, 1090-1095 (1961).
- 14) 瓜谷郁三：黒斑病甘藷の病理化学的研究 (第10報) 被害部隣接健全層の重曹水浸漬による緑変現象の機構 (その1)。農化，27, 781-785 (1953).
- 15) 瓜谷郁三，星谷巖夫，滝田智久：黒斑病甘藷の病理化学的研究 (第11報) 被害部隣接健全層の重曹水浸漬による緑変現象の機構 (その2)。農化，27, 785-780 (1953).
- 16) 山村 頌，河野利治：デンプンの汚染機構に関する研究 (第6報) デンプン調製時のpHがデンプン白度に及ぼす影響およびその機構について。澱粉工業学会誌，9, 49-56 (1961).