

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00814

研究課題名（和文）渋柿における新しい脱渋方法の開発とその作用機序の解明

研究課題名（英文）Development of a new removing astringent method in astringent persimmon and elucidation of its mechanism

研究代表者

鶴永 陽子（Tsurunaga, Yoko）

島根大学・学術研究院人間科学系・教授

研究者番号：60517051

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、渋ガキペーストの加熱による渋戻りを防止する技術の開発を目指した。渋を抜いたカキペーストについて加熱方法の違いが渋戻り程度に及ぼす影響について検討した。湯煮、炒め、加圧処理で比較したところ、可溶性タンニン含量ならびにパネラーによる官能試験の結果から、加圧処理が最も渋戻りしやすく、次に湯煮処理で、炒め処理は渋戻りがほとんどないことがわかった。炒め処理では、加熱による褐変もなく、離水も抑制でき、渋戻りのない高品質なペーストが製造できることが明らかになった。水分蒸発の有無が、渋戻りするかしらないかに大きく関与していると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カキタンニンは、タンパク質との化学反応性が高い物質であることから、日本酒のおり下げなどに活用されてきた。これまでに、渋柿ペーストにタンパク質素材を加えて、柿タンニン-タンパク質複合体を形成させる渋抜きならびに渋戻り抑制技術を開発した。しかし、添加するタンパク質素材によっては、加工食品の色調が著しく暗くなることがわかってきた。そこで、本研究では加熱方法を工夫することで、渋戻りしないペーストの製造を試みた。その結果、炒め処理では渋戻りもなく、品質を保持したペーストの製造が可能であることがわかった。本実験結果を活用すれば、加熱による渋戻りが制御できることから渋ガキの加工用途が広がると考えられた。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to develop a technique to prevent astringent recurrence of astringent persimmon pastes by heating. The astringency of persimmon fruit is often removed by treating the intact fruits with carbon dioxide or alcohol. However, this method presents a technical issue, namely, the reappearance of astringency during heat treatment. To increase the applicability of persimmon after processing, astringency-removed paste was used to examine the effects of different heating methods (stir-frying, boiling, and pressurization) on astringency reversal via soluble tannin content measurements and sensory evaluation. This study revealed that the reversal of astringency and syneresis does not occur when stir-frying involves moisture evaporation. The results of this are expected to significantly improve astringent persimmon processing by providing a method for the suppression of astringency reversal due to heating.

研究分野：食品学

キーワード：カキペースト 渋戻り 加熱方法 可溶性タンニン含量 官能試験 離水

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

渋柿を食品の加工原料として用いるためには、まず渋を抜く(脱渋)必要があり、ドライアイス法などの方法が用いられている。しかし、それらの脱渋方法では、脱渋効果が安定しないこと、加工工程の加熱処理で渋戻りする問題があることから加工品への利用が限定されていた。これまでに、渋柿ペーストにタンパク質素材を加えて、柿タンニン-タンパク質複合体を形成させる渋抜き法を開発した。その複合体には、安定した脱渋効果の他にも洋菓子における離水抑制効果、ゲル形成促進効果などの優れた加工特性があることを確認している。さらに、渋柿タンニンとタンパク質複合体形成は、渋柿加工で問題となっている加熱による渋戻りを抑制することから、様々な加工食品に渋柿を用いることが可能になると期待された。しかし、添加するタンパク質素材によっては、加工食品の色調が著しく暗くなることがわかってきた。また、ペースト流通を想定して柿タンニン-タンパク質複合体ペーストに加熱殺菌処理(90℃, 30分)を施したところ、タンパク質の変性が原因と思われる「ざらつき」が見られた。これらのことから、タンパク質添加以外の新しい渋戻り抑制技術を開発することを試みた。

## 2. 研究の目的

本研究では、加熱による渋戻りを抑制でき、色、離水、物性などに悪影響が出ない新しい方法を見出すことを目的とした。

渋ガキ果実は収穫後、ドライアイスなどで脱渋処理を施してから食用とされるが、脱渋処理した後も加熱により渋が戻るため、ジャムなどの加工品への利用はほとんどなされていない。しかしながら、加熱処理の温度、時間などの条件が渋戻りに及ぼす影響について詳細に調べた報告はほとんどない。そこで、本研究では、渋ガキの食品加工への用途を拡大するために、加熱温度、時間方法が渋戻りや品質に及ぼす影響を検討し、渋戻りがなく、色調などの品質を保持した加熱方法を検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) 試料

実験には島根大学本庄農場(松江市)で平成29年11月に収穫された西条ガキを供試した。収穫後直ちに西条ガキをドライアイス法で脱渋しペーストにした。

### (2) 加熱処理方法

加熱処理は、湯煮区、炒め区、加圧区の3種類を行った。湯煮区は、まず脱渋ペースト50gを耐熱袋に入れ密封し、次に、80, 90, 100℃の湯中で40分ならびに60分間加熱した。炒め区は、ペースト50gをホットプレート(HI-1000, AS ONE Co. Osaka, Japan)を用い、均一になるように適宜混合しながら加熱した。温度は100℃, 150℃とし、処理時間はそれぞれの温度につき1, 5, ならびに10分間で行った。加圧区は、脱渋ペーストを約50gとり、オートクレーブを用いて121℃で4分間ならびに20分間の処理を行った。加熱を行わなかった処理区を非加熱区とした。

### (3) 外観、離水と物性評価

各加熱処理を施したペーストをφ40mm×H15mmステンレスシャーレに充填し、デジタルカメラで撮影した。さらに50mL容量のコニカルチューブに各処理区のペーストを入れ、遠心分離機にかけ、離水の状況をデジタルカメラで撮影した。

### (4) 渋味の評価

理化学的な渋味評価として可溶性タンニン含量をフォーリンチオカルト法で測定し、カテキン相当量(mg/100gFW)で示した。官能検査による渋みの評価は10名のパネラーで評価し、0を渋みなし、1をごくわずかに渋い、2をやや渋い、3をかなり渋い、4を極めて渋いとした。

### (5) 物性

かたさ応力とガム性は山電社製のクリープメーターを使用して測定した。装置の条件は、直径20mmのアクリル樹脂製の円柱形プランジャーをつけ、ロードセル20N(アンプ1倍)、SPEED10mm/sec、歪率66.67%と設定して測定した。

## 4. 研究成果

### (1) ペーストの外観および離水

非加熱区はオレンジ色が強かったが、湯煮区と加圧区では暗い色調となり、特に加圧区では4分、20分間処理ともに色の変化が顕著であった。一方、炒め区では、明るいオレンジ色の色調を保持していた。次に、それぞれのペースト15gを50mL容量のコニカルチューブに入れ、遠心分離(3000rpm, 5分間)すると、湯煮区の90℃・60分と100℃区でわずかに、加圧区では顕著な離水現象が見られ、特に121℃20分の処理では、ペースト15gの半分以上が離水した。一方、炒め区では離水現象は全く認められなかった。カキペーストに求められることとして、原料の鮮やかなオレンジ色を保持していることと、離水がないことがあげられる。以上のことから、ペーストの外観と離水現象から判断すると最も良い加熱処理方法は炒め処理で、湯煮処理の場合は90℃40分までにとどめることが好ましいことが示唆された。

## (2) 渋味の評価

可溶性タンニン含量が 50mg/100gF を超えると渋味を呈すると言われている。本実験で、50mg/100gFW を超えたのは、湯煮区の 90℃・40 分、90℃・60 分、100℃・40 分、100℃・60 分、加圧区の 121℃4 分、121℃20 分で、それぞれ 55.56±1.61mg/100gFW、78.59±2.45mg/100gFW、111.33±1.39mg/100gFW、178.30±4.59mg/100gFW、295.44±3.93mg/100gFW、465.99±3.64mg/100gFW であった (図 1)。一方、官能評価の結果では、非加熱区と比較して有意に渋味を呈すると評価されたのは、湯煮区の 90℃・60 分と 100℃・40 分、100℃・60 分、加圧区の 121℃・4 分、121℃・20 分であった (図 2)。官能評価による渋味の結果とフォーリンチオカルト法の結果はほぼ合致していた。本実験から、加圧区は渋戻りが著しく実用的ではないと判断された。また、湯煮により殺菌する場合は 90℃・40 分までの処理にとどめるのが良いことも明らかになった。また、炒め区では加熱温度が湯煮区や加圧区より高いにもかかわらず、いずれの温度・時間においても渋戻りが無かった。炒め区が湯煮区ならびに加圧区と大きく異なるのは、加熱時間と水分の蒸発の有無である。湯煮区ならびに加圧区は袋にペーストを封入して加熱処理を行うため水分蒸発はないが、炒め区のペーストの水分含量は 100℃・1 分、5 分、10 分ならびに 150℃・1 分、5 分、10 分でそれぞれ 76.2±0.1%、54.6±0.5%、28.7±1.4%、64.0±0.9%、50.6±1.7%、35.3±0.5% であり、非加熱区の 78.3±0.2% と比較すると水分含量の低いペーストとなった。このように加熱時間を長くすると水分が著しく蒸発するため、炒め区は処理時間を最大で 10 分間とせざるをえなかった。炒め区の渋戻りが認められなかった現象を加熱時間だけで考えた場合、炒め区より加熱程度の低い 121℃・4 分では渋戻りが見られないと予想されるが、実際は渋戻りが認められた。このことは加熱温度と時間以外の要因が加熱による渋戻りに影響していると考えられる。加熱による渋戻りのメカニズムについては、一旦はドライアイス処理による脱渋処理によって不溶化したタンニンが、加熱により可溶化するためとされている。また、脱渋メカニズムとして、可溶性タンニンのアルデヒドによると、細胞壁成分ペクチンとの複合体形成によるものが報告されている。本実験で、炒め区において加熱による渋戻りがなかったのは、急激な水分蒸発のため、相対的にペースト中のペクチン濃度が高まり、可溶化したタンニンとペクチンとが直ちに複合体を形成したためだと考えているが、メカニズムの解明は今後の課題と考えている。

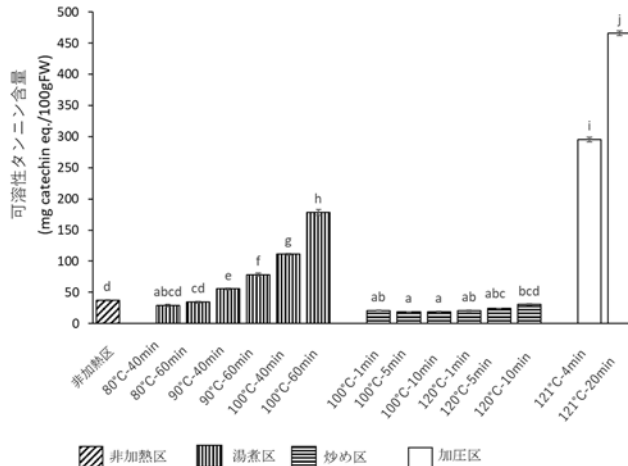


図 1 加熱方法が可溶性タンニン含量に及ぼす影響

平均値±標準誤差(n=12).

異なるアルファベットは5%水準で有意差有り。

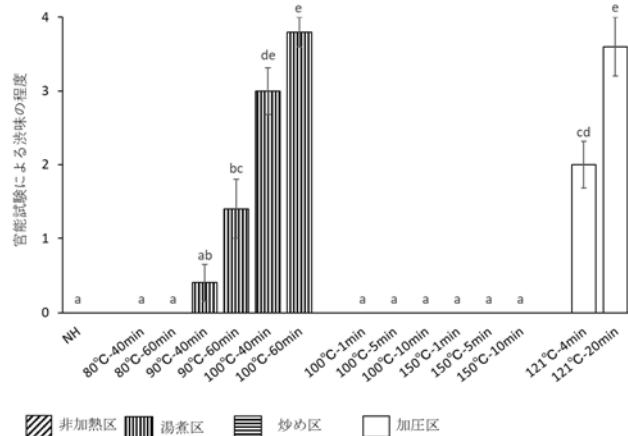


図 2 加熱方法が渋味 (官能評価) に及ぼす影響

平均値±標準誤差(n=12).

異なるアルファベットは5%水準で有意差有り。

## (3) 物性評価

硬さは湯煮区と加圧区では値が低く、非加熱区と有意差がなかった。一方、炒め区では、100℃・5 分ならびに 10 分の硬さはそれぞれ 11416.7±409.3 N/m<sup>2</sup>、43184.0±4918.9 N/m<sup>2</sup> で、150℃・5 分ならびに 10 分でそれぞれ 28510.0±4077.6 N/m<sup>2</sup>、40096.4±7427.6 N/m<sup>2</sup> で値が高く非加熱区と有意差が認められた。また、ガム性についても湯煮区と加圧区は非加熱区と有意差がなかったが、炒め区では 100℃・5 分と 10 分、150℃・1 分、5 分、10 分で非加熱区と有意差が認められ、それぞれ 1758.7±1008.0Pa、4369.10±216.1Pa、1458.2±210.9Pa、2678.0±455.9Pa、4365.8±898.1Pa の著しく高い数値を示した。炒め区の硬さとガム性は加熱温度が高く、時間が長いほど値が高くなる傾向があったが、硬さでは 100℃・10 分と 150℃・10 分の間には有意差が認められなかった。炒め区が湯煮区及び加圧区と傾向が異なるのは、加熱処理中の水分蒸発の有無である。

一般的に水分蒸発により、可溶性固形分は上昇する。湯煮区と加圧区の可溶性固形分は非加熱区とほぼ同程度だったが、炒め区では加熱温度と時間が高くなるにつれて有意に値が上昇して、150℃・10分では42もの数値を示した。可溶性固形分の結果は、硬さ応力とガム性と同様の傾向であった。これらのことから、炒め区で加熱程度が高い程、硬さとガム性の値が高かったのは、ペーストからの水分蒸発が原因と考えられた。水分含量が少ないペーストは、ゼリーやジャムなどには不向きではあるが、アイスクリーム、パン、クッキーなど水分が少ない方が加工しやすい食品には炒め処理で水分蒸発をさせるペースト調製方法が適していると考えられた。本実験結果を活用すれば、加熱による渋戻りが制御できることから渋ガキの加工用途が広がると考えられた。

## 5. まとめ

渋ガキは加熱により渋戻りすることから、食品加工の弊害になっている。本研究では、渋ガキの食品加工への用途を拡大するために、脱渋ペーストを使用し、加熱方法の違い（湯煮、炒め、加圧）が渋戻り（可溶性ポリフェノール含量、官能評価）や外観、離水、物性に及ぼす影響を検討した。その結果、これまで渋ガキを脱渋しても加熱によって渋戻りするという考え方が当然であったが、本実験から、水分蒸発を伴う炒め処理の場合は渋戻りおよび離水がなく、色調が良く、硬さとガム性が高いペーストになることが明らかになった。また、水分蒸発の無い湯煮処理の場合は、90℃40分までであれば渋戻りおよび離水がなく、色調が良く、炒め区と比べて硬さとガム性が低いペーストになることが明らかになった。本実験結果を活用すれば、加熱による渋戻りが制御できることから渋ガキの加工用途が広がると考えられる。さらに、本報では報告できなかったが、加熱方法やタンパク質添加以外に新たな脱渋ならびに渋戻り抑制技術を開発できた。今後、論文や学会発表などで広く公表し、さらなる研究の実施により、生産ならびに加工現場で活用しやすい技術に発展させたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 鶴永陽子	4. 巻 70
2. 論文標題 西条柿のタンニンを利用した食品開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 化学と工業	6. 最初と最後の頁 1082-1085
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoko Tsurunaga	4. 巻 1195
2. 論文標題 Formation of a protein-tannin complex to remove astringency during processing of Western-style	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 177-181
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.17660/ActaHortic.2018.1195.28	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鶴永陽子・藤本浩介・恩田 岬・高橋哲也
2. 発表標題 脱渋カキペーストへの加熱処理方法が可溶性タンニン含量ならびに品質に及ぼす影響
3. 学会等名 日本食品保蔵科学会第66回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴永陽子・藤本浩介・恩田 岬・高橋哲也
2. 発表標題 豆乳もしくは無糖練乳添加が渋ガキの加熱復渋に及ぼす影響
3. 学会等名 第63回日本家政学会中国・四国支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤本浩介・鶴永陽子・安木健人
2. 発表標題 加熱処理方法がカキペーストの復活に及ぼす影響とその防止技術の検討
3. 学会等名 日本食品保蔵科学会第66回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鶴永陽子, 小林愛, 高橋哲也
2. 発表標題 果実果皮のペースト化と食品への有効利用
3. 学会等名 第62回日本家政学会中国・四国支部大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考