

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 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：2013～2016

課題番号：25350095

研究課題名(和文) 柿タンニンとタンパク質の化学反応性を利用した調理加工方法の開発

研究課題名(英文) Development of cooking and processing methods using chemical reactions of persimmon tannin and protein

研究代表者

鶴永 陽子 (Yoko, Tsurunaga)

島根大学・教育学部・准教授

研究者番号：60517051

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：柿タンニンとタンパク質の化学反応性を利用した新しい調理加工方法の開発を試みた。特にタンパク質が物性に大きく関係するプディングと麺に着目して実験を行った。その結果、プディング製造時に渋搾汁液や渋ペーストを添加すると、暗い色調になるものの、官能評価の外観、舌触り、なめらかさ、食感、総合的なおいしさで有意に高い評価だった。また、麺の場合、渋搾汁液や渋ペーストを添加すると、麺帯の弾性や硬さは増すものの、もろい麺帯になり、色は赤味をおびるとともに暗い色調になることがわかった。

研究成果の概要(英文)：Cooking and processing methods for pudding and noodles that utilize the chemical reactivity of persimmon tannin and protein were examined. First, we compared the qualities of pudding using the astringent paste, the juice and the removal of astringency paste. The resulting puddings were dark in color with the addition of both astringent paste or juice of astringent persimmon. In addition, the appearance, color, smoothness, and food texture in the sensory analysis data were enhanced by the addition of the astringent juice from astringent persimmon. Second, we investigated the addition of the astringent paste or juice of astringent persimmon to flour during the production of Japanese noodles. The resulting noodles were dark in color and reddish. The elasticity modulus and tensile strength values of the boiled noodles were also increased with the addition of either the astringent paste or juice from astringent persimmon.

研究分野：食品学 調理学

キーワード：タンニン タンパク質 調理 加工 カキ

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 渋柿の一種で、島根県の特産である西条柿は、糖度が高く、食感もよいため、市場での評価が高い品種である。しかし一方では、傷がついたり、軟化したりで規格外果実が約2割も発生しており、その有効活用に対して、強い要望がある。

(2) 渋柿の渋抜きにはドライアイス法、温湯法などがあるが、脱渋後の加熱処理で渋戻り（復渋）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。その中、我々は、渋味成分の柿タンニンにタンパク質を添加して複合体を形成させる渋抜き方法を開発した。

### 2. 研究の目的

(1) 柿タンニン-タンパク質複合体の形成が、プディングの色調、表面ならびに内部構造、物性、官能評価、可溶性タンニン含量に及ぼす影響について明らかにする。

(2) 小麦粉のグルテン形成は、パンおよび麺類の品質において非常に重要である。また、菓子類の中にはグルテン形成が好ましくないものもある。そこで、グルテン形成に柿タンニンがどのような影響を及ぼすか、麺について明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) 柿タンニンがプディングの品質に及ぼす影響

①プディング製造方法：材料は、共通材料として卵 100 g、グラニュー糖 30 g、エバミルク 70 g を用いた。その上に、処理区の違いにより脱渋ペースト区は脱渋ペーストを、渋ペースト区は渋ペーストを、渋搾汁液区は渋搾汁液を 100 g 添加した。プディングの製造方法は、まずエバミルク 70 g と各処理区の試料（脱渋ペースト、渋ペースト、渋搾汁液のいずれか）100 g をオスターブレンダーで 1 分間攪拌し、次に卵 100g、グラニュー糖 30g を添加し、さらに 1 分間攪拌した。それを裏ごし器でこしてプディング液を調製した。各処理区のプディング液を直径 40 mm、高さ 15 mm ステンレス製シャーレに 15 g ずつ分注した。それをスチームコンベクションオーブンをういて 90℃で 15 分間蒸し、余熱で 3 分間ゲル化させた。これを冷蔵庫で 1 時間冷却して分析試料とした

②測定方法：可溶性タンニンはフォーリン・チオカルト試薬を用いて、色調はカラーリーダーで、表面ならびに内部構造は走査電子顕微鏡を用いて測定、観察を行った。物性はクリープメーター（YAMADEN 社製 RE2-33005）を用いてかたさ応力、凝集性、付着性をテクスチャー解析ソフト（YAMADEN 社製 Ver. 2.2）を用いて求めた。測定条件は、L40 のアクリル樹脂製の延長プランジヤーに No. 56（直径 20 mm）のアクリル樹脂

製のプランジヤーを装着し、ロードセル 20 N, SPEED10 mm/sec, 歪率 66.67%に設定し、ステンレスシャーレのまま測定した。島根大学の学生 19 人（男子学生 3 人、女子学生 16 人）による官能評価を行った。

(2) 柿タンニンが麺の品質に及ぼす影響

材料は、中力小麦粉 300 g、食塩 9 g、水 100 g を共通材料として用いた。中力小麦粉は、日清製粉株式会社製の「雪」を使用した。処理区の違いにより、対照区は水を、渋搾汁液区では渋搾汁液を、渋ペースト区では渋ペーストを、脱渋ペースト区では脱渋ペーストをそれぞれ 50 g ずつ添加した。次に、混ねつ処理を、生地がまとまった状態を終点として行った。対照区および脱渋ペースト区では 20 分間行ったが、渋搾汁区および渋ペースト区では 20 分間の混ねつでは生地がまとまらなかったため 40 分間とした。混ねつには、ニーダー（アシスト V 株式会社製、PK601）を用いた。混ねつ後、生地をバランスディッシュ（140 mm×140 mm×5 mm）に入れてラップで覆い 5℃条件下で 30 分間ねかした。次に、まず延べ棒で生地の厚さを 1 cm にした後、製麺機（日本ニーダー株式会社製、MC200）を用いて圧延した。圧延は、まずロール間隙 1.8 mm で 2 回行い、次にロール間隙を 1.2 mm に変更してさらに 2 回行った。次に、麺帯の長さを 16 cm に切りそろえ、製麺機（日本ニーダー株式会社製、MC200）を用いて幅 4 mm に切りだし生麺を得た。生麺を直径 1.0 cm の棒にかけて 48 時間常温で乾燥させ乾麺とした。

②測定方法：可溶性タンニンはフォーリン・チオカルト試薬を用いて、色調はカラーリーダーで、表面ならびに内部構造は走査電子顕微鏡を用いて測定、観察を行った。物性は乾麺を 10 分間茹で、1 分間冷水でしめた茹で麺を試料とし、クリープメーター（YAMADEN 社製 RE33005）を用いて物性を測定した。装置の測定条件は、No. 49（設置面幅 1 mm）のアクリル樹脂製のくさび形プランジヤーをつけ、ロードセル 20 N, SPEED 1 mm/sec, 歪率 97%と設定して分析を行った。官能評価は、乾麺を 10 分間茹でた麺について、島根大学の学生 11 名による渋味の官能評価を実施した。渋味について「全く感じない」を 0 点、「わずかに感じる」を 1 点、「少し感じる」を 2 点、「かなり感じる」を 3 点とする 4 段階評価法で行った。

### 4. 研究成果

(1) 柿タンニン添加がプディングの品質に及ぼす影響

#### ①色調

プディング表面の色調を図 1 に示す。原料である脱渋ペースト、渋ペースト、渋搾汁液区の明度（明るさ）を示す L\*値はそれぞれ、29.3、40.2、28.6 であった。しかし、プディ

ング表面色のL\*値は脱渋ペースト区が最も高く66.5で渋ペースト区が最も低く57.0であり、原料の色の傾向がプディング表面の色に反映されていない結果となった。b\*値に関しても、脱渋ペースト、渋ペースト、渋搾汁液のb\*値の値はそれぞれ、21.9, 25.1, 19.1であるのに対し、プディング表面色のb\*値は脱渋ペースト区が30.8で最も高く、渋ペースト区および渋搾汁液区は、それぞれ20.3ならびに18.4であった。赤の度合い(赤-緑)を示すa\*に関しては、脱渋ペースト、渋ペースト、渋搾汁液のa\*値の値はそれぞれ7.9, 10.7, 4.2で、脱渋ペースト区、渋ペースト区、渋搾汁液区のプディング表面色のa\*値はそれぞれ、8.9, 9.6, 8.6であり、ペーストや搾汁液の色を比較的反映していた。

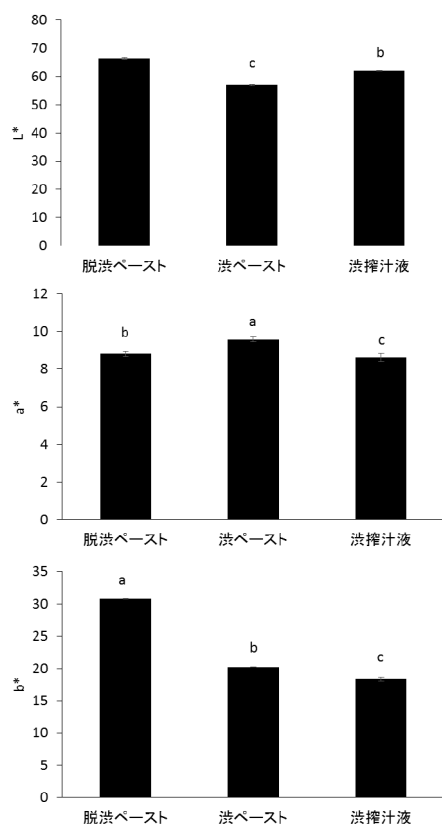


図1 可溶性カキタンニンの添加がプディングの色調に及ぼす影響  
平均値±標準誤差(n=10)  
各項目の異なるアルファベットは、TukeyHSD検定(5%)で有意差があることを示す。

## ②可溶性カキタンニン含量

各処理区の可溶性カキタンニン含量は17.3~19.4 mg カテキン相当量/100 g FW の範囲であり有意差(5%)は認められなかった。いずれの処理区も渋味の閾値といわれる30 mg カテキン相当量/100 g FW を大きく下回った。

## ③物性評価

かたさ応力については脱渋ペーストが、凝集性に関しては、渋ペースト区が、付着性については脱渋ペースト区の方が有意に値が高く、可溶性カキタンニン含量の違いが物性に影響を及ぼしていることが確認された。ま

た、可溶性カキタンニンを多く含む渋ペースト区ならびに渋搾汁液区間で比較した場合、かたさ応力は渋搾汁液区が、凝集性は渋ペースト区が、付着性は渋搾汁液区の方がそれぞれ値が有意に高く、ペーストもしくは液体のどちらの形状で添加するかも物性に及ぼす影響が大きいことが明らかになった。以上のことから、可溶性カキタンニン含量ならびに添加する形状によりプディングのテクスチャーが大きく異なることが確認された。

## ④表面ならびに内部構造

脱渋ペースト区は、渋ペースト区ならびに渋搾汁液区と比較して、デジタルカメラの画像からはプディングの表面が少し粗く、SEMの画像からはプディングの内部には不均一な大きさの空隙が観察された(図2)。

## ⑤官能評価

外観、舌触り、なめらかさ、食感については、渋搾汁液が最も評価が高く、次いで渋ペースト区で、最も評価が低かったのは脱渋ペースト区であった。かたさについては各処理区の有意差は認められず、渋味についてはいずれの処理区についても感じないとの結果であった。

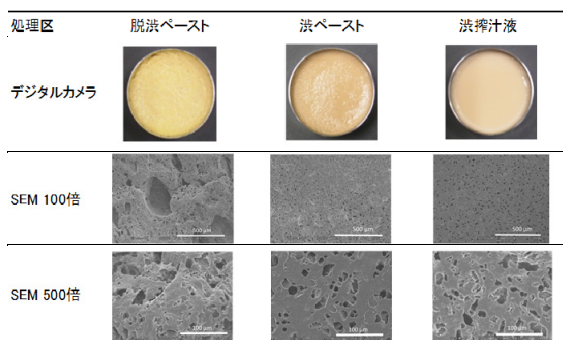


図2 可溶性カキタンニンがプディングの表面及び内部構造に及ぼす影響

## ⑥まとめ

以上の結果より、渋搾汁液を添加したプディングは、官能評価の外観、舌触り、なめらかさ、食感、総合的なおいしさで有意に高い評価だった。また、プディング製造時に渋搾汁液や渋ペーストを添加すると、暗い色調になることがわかった。さらに、渋搾汁液や渋ペースト自体は非常に強い渋味を呈するが、プディングに加工することで、渋味が消失することが明らかとなった。以上のことより、渋搾汁液を用いてプディングを製造する場合、渋搾汁液を使用するのが最も良いことが明らかとなった。

## (2) 柿タンニン添加が麺の品質に及ぼす影響

### ①製造中の生地のみとまり具合

図3に製造工程中の各工程における写真を示す。対照区では混ねつ10分間で、脱渋ペースト区では混ねつ20分間で生地がまとまった。しかし、渋搾汁液区では混ねつ20分間では生地が2つに分かれた状態で、一つになるには30分間の混ねつ処理時間を要した。

さらに、洗ペースト区では、洗搾汁液区よりも生地のもどまりが悪く、生地がまとまるまでに 40 分間を要した。以上のことより、渋味成分である可溶性カキタンニンを多く含む洗搾汁液区および洗ペースト区は生地のもどまりを阻害することがわかった。また、添加形態を比較した場合は、液体状よりもペースト状で添加した方が生地のもどまりが悪くなることがわかった。

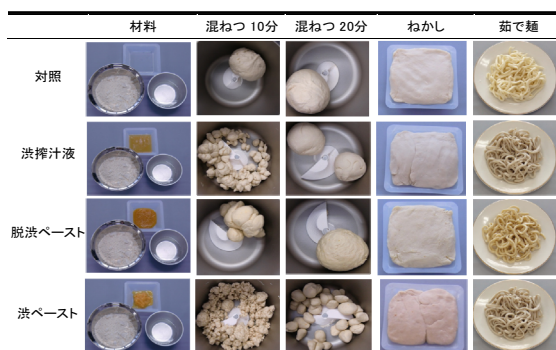


図 3 可溶性カキタンニンの添加が麺の生地形成に及ぼす影響

#### ②物性

破断応力、弾性率、もろさ応力、総エネルギーの結果を示す。対照（水添加）区を 1 とすると洗搾汁液区の数値は、破断応力、弾性率、もろさ応力、総エネルギーでそれぞれ、1.9、1.5、4.1、1.4 倍であった。またペースト間では、脱洗ペースト区を 1 とすると洗ペースト区の数値は、破断応力、弾性率、もろさ応力、総エネルギーでそれぞれ、1.5、1.2、4.8、1.1 倍であった。これらの数値から、物性評価の測定項目の中で、可溶性カキタンニンの添加による影響が最も大きかったのはもろさ応力で、洗搾汁液および洗ペーストを添加することで、茹で麺がもろくなることが明らかになった。以上のことから、可溶性カキタンニンの添加によって、茹で麺の弾性が増すとともに硬くなり、もろくなる傾向があることがわかった。

#### ③内部構造

対照区および脱洗ペースト区の方が、洗搾汁液区ならびに洗ペースト区よりも緻密な網目構造が観察された（図 4）

#### ④湿麩量および伸展性

グルテン量の概量を表す数値として、湿麩量を測定した。その結果、対照区ならびに脱洗ペースト区は 5.0 g であったのに対し、洗搾汁液区ならびに洗ペースト区はそれぞれ 4.1 g、4.3 g で、グルテン量が少ないことがわかった。さらに伸展性についても測定した結果、対照（水添加）区と比較すると洗搾汁液区、脱洗ペースト区、洗ペースト区ではそれぞれ、0.57、0.88、0.44 倍となり、可溶性カキタンニンを多く添加した洗搾汁液区および洗ペースト区の値が著しく低くなった。これらのことより、可溶性カキタンニンの添

加によりグルテン形成が阻害され、伸展性ならびに物性値に変化を及ぼしていることが示唆された。

#### ⑤官能評価（渋味）

茹でうどんの渋味について官能評価を実施したところ、処理区間の有意差が認められず、すべての処理区で渋味は感じられないという結果になった。

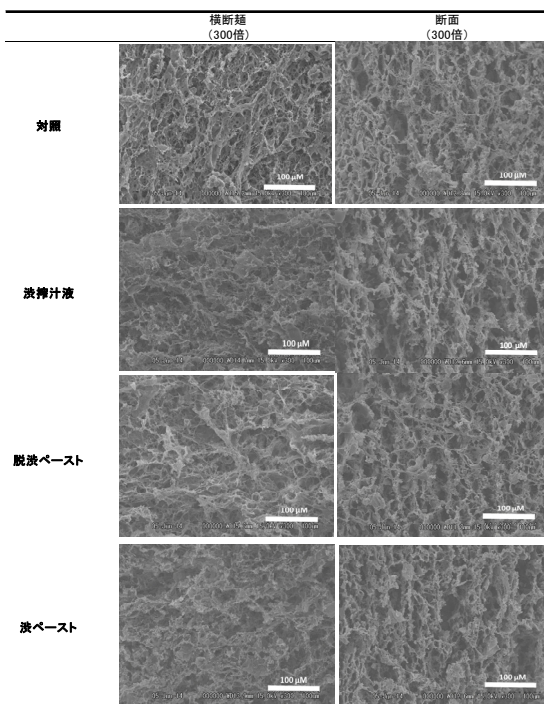


図 4 可溶性カキタンニンの添加が茹で麺の組織構造に及ぼす影響

#### ⑥まとめ

本実験により、うどん製造時に、脱洗処理をしていない洗搾汁液や洗ペーストを添加すると、物性では麺帯の弾性や硬さが増すとともにもろくなり、色は赤味をおびるとともに暗い色調になることがわかった。また、洗搾汁液や洗ペースト自体は非常に強い渋味を呈するが、うどんに加工することで、渋味が消失することが明らかとなった。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 2 件）

①鶴永陽子、仙田真夕、楫野紋美・三島晶太、高橋哲也、吉野勝美、洗ガキを用いたプディングの製造方法、日本食品科学工学会誌 63: 70-77、2016.2（査読有）  
DOI: <http://doi.org/10.3136/nskkk.63.70>

②鶴永陽子、福島梨加、南山涼香、三島晶太、高橋哲也、吉野勝美、可溶性カキタンニンがうどんの品質に及ぼす影響、日本食品科学工学会誌、62: 282-289、2015.6（査読有）  
DOI: <http://doi.org/10.3136/nskkk.62.282>

[学会発表] (計 7件)

① **Tsurunaga, Y.** : Formation of Protein-Tannin Complex in order to Remove Astringency during Processing of Western-style Persimmon Jelly. VI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PERSIMMON, Huelva (Spain) , 2016.10.20.

② 小林 愛・**鶴永陽子** : 西条ガキの果皮を利用したペースト調製方法と品質. 第 62 回日本家政学会中国・四国支部大会, 鳥取(鳥取短期大学), 2015.9.20

③ 湯村紗都子・**鶴永陽子** : タンパク質素材を用いた渋ガキの脱渋効果ならびに品質. 第 62 回日本家政学会中国・四国支部大会, 鳥取(鳥取短期大学), 2015.9.20

④ **鶴永陽子**・三島晶太・仙田真夕・常陸了 : 可溶性タンニンの添加がプディングの品質に及ぼす影響. 園芸学会平成 27 年度春季大会, 千葉(千葉大学), 2015.3.28

⑤ **Tsurunaga, Y.** and Takahashi, T: Effect of differences in the protein levels on soluble tannin content released from the protein-persimmon tannin complex. IHC2014, Brisbane, (Australia), 2014.8.19

⑥ **鶴永陽子**, 福島梨加, 南山涼香, 山下稚香子, 高橋哲也 : 渋柿搾汁液の添加がうどんの品質に及ぼす影響. 第 60 回家政学会中国・四国支部大会, 香川(香川大学), 2013.10.6

⑦ **鶴永陽子**・高橋哲也・福島梨加・南山涼香・勝部拓矢 : カキ‘西条’の脱渋の有無がうどんの品質に及ぼす影響. 日本食品保蔵科学会第 62 回大会, 山形 (山形大学), 2013.6.16

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鶴永 陽子 (TSURUNAGA YOKO)  
島根大学・教育学部・准教授  
研究者番号 : 60517051