

市販柿葉茶 22 種類の総アスコルビン酸含量, アストラガリン含量, ポリフェノール含量およびラジカル捕捉活性の差異

鶴永陽子^{1*}, 高林由美², 西万二郎³, 鈴木芳孝⁴

¹ 広島文教女子大学人間科学部 (島根大学教育学部), ² 元・広島文教女子大学人間科学部,
³ 西会本部, ⁴ 高知県農業技術センター

原稿受付 平成 22 年 11 月 10 日; 原稿受理 平成 23 年 4 月 2 日

Differences in the Ascorbic Acid, Astragalín, and Polyphenol Contents, and the DPPH Radical Scavenging Activity of 22 Commercial Persimmon Leaf Tea Products

Yoko TSURUNAGA^{1*}, Yumi TAKABAYASHI², Manjiro NISHI³ and Yoshitaka SUZUKI⁴

¹Faculty of Human Science, Hiroshima Bunkyo Women's University, Hiroshima 731-0295

(Faculty of Education, Shimane University, Shimane 690-8504)

²Faculty of Human Science, Hiroshima Bunkyo Women's University, Hiroshima 731-0295

³Nishi-Kai Honbu, Itabashi-ku, Tokyo 174-0043

⁴Kochi Agricultural Research Center, Kochi 783-002

We investigated the contents of ascorbic acid, astragalín and polyphenols, and the 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of 22 commercial persimmon leaf tea products. There were marked differences in the ascorbic acid content among the products (0–1,300 mg/100 g dry weight (DW)). The astragalín content of the products ranged from 0 to 219 mg/100 g DW, the polyphenol content ranged from 900 to 6,070 mg of catechin eq. /100 g DW, and the radical scavenging activity ranged from 12 to 41 mmol Trolox eq. /100g DW. We determined the effects of water content, roasting temperature, and roasting time on the ascorbic acid content, polyphenol content, and DPPH radical scavenging activity to clarify the reasons for the differences among these persimmon leaf tea products. The results suggest that the optimum conditions for retaining the ascorbic acid content, polyphenol content, and DPPH radical scavenging activity were a water content of 5% or less and non-roasting. A low temperature of approximately 150° C was the most suitable for a roasting treatment.

Key words : persimmon leaf tea 柿葉茶, ascorbic acid content アスコルビン酸含量, polyphenol content ポリフェノール含量, radical scavenging activity ラジカル捕捉活性, water content 水分含量, roasting treatment 焙煎処理

1. 緒 言

最近の健康志向を背景に, 健康茶が注目され, ドクダミ茶, ビワ茶など多岐にわたる種類の健康茶が販売されている。その中でも, カキ (*Diospyros kaki* Thunb.) の葉は, アスコルビン酸やポリフェノール含量が高く^{1, 2)}, また, 育毛効果³⁾, 抗酸化性^{4, 5)}, 抗アレルギー性^{6, 7)} など

* To whom correspondence should be addressed
E-mail : ytsurunaga@edu.shimane-u.ac.jp

の機能性について多くの報告がなされており、人気の高い健康茶である。筆者らはこれまでに柿葉茶に関する一連の研究を行い、原料である柿葉の採取時期⁸⁾および採取部位⁹⁾の違いによるアスコルビン酸などの抗酸化成分含量の差異を検討するとともに、柿葉茶の製造工程がそれらの含量に与える影響について報告してきた^{10, 11)}。特に、製造時における乾燥前の蒸熱処理時間の長さは、柿葉茶のアスコルビン酸含量を大きく左右することを明らかにしている^{10, 11)}。柿葉のアスコルビン酸含量は非常に高いことが知られているが^{1, 2)}、アスコルビン酸は酸化されやすいため、製造工程や流通過程で分解されている可能性もある。市販されている柿葉茶製品には、アスコルビン酸含量が高いと連想させるような表示がなされているものが多くみられるが、実際はどの程度含まれているかは定かではない。

そこで、著者らは、市販柿葉茶 22 種類について、抗酸化成分であるアスコルビン酸、ポリフェノール含量、アストラガリン含量を比較し、製品間でどの程度の差異があるかを調査した。また、健康茶では焙煎香を付与し、風味を良好にする目的で焙煎処理が行われる。焙煎処理は高温条件下で行われることから、焙煎処理温度および時間と抗酸化成分含量との関係を検討した。

2. 実験方法

(1) 材 料

材料は、インターネット、ドラッグストアなどで 22 種類の柿葉茶を購入した (Fig. 1)。すべての茶葉を、ブレンダーで粉末化し、1.0 mm 目の篩を通したものを試験に供した。

(2) 焙煎処理温度および時間と抗酸化成分含量

オスターブレンダーで柿葉の乾燥物を粉末化し、1.0 mm の篩を通した。その後 10 g ずつ量りとり、ホットプレート (NEO HOTLATE HI-1000) を使用して 150℃、200℃および 250℃で焙煎処理を行った。処理時間は 1, 3, 5, 10 分間の 4 処理区とし、各処理区 3 反復で実験を行った。

(3) アスコルビン酸含量の測定方法

還元型および酸化型アスコルビン酸分析は、池ヶ谷らの方法¹²⁾に準じて、高速液体クロマトグラフ (HPLC) で行った。試料 200 mg に 2% メタリン酸水 40 mL 加え、1 時間放置して抽出し、抽出液を 50 mL に定容した。その抽出液は、0.45 μm のマイクロフィルターでろ過し、HPLC を用いて、還元型アスコルビン酸 (AsA) 含量を測定した。また、酸化型アスコルビン酸 (DHA) 含量は、上記抽出液にジチオスレイトールを添加して DHA を還元型に変換して総アスコルビン酸 (T-AsA) 含量を測定し、先の AsA



Fig. 1. 22 commercial persimmon leaf tea products in the experiment

の測定値を差し引いて求めた。装置は島津高速液体クロマトグラフ装置 (島津製作所, LC10A システム), UV-VIS 検出器 (SPD10A) を用いた。カラムは Inertsil ODS-2 (GLサイエンス, 4.6 φ × 250 mm), 移動相は 1% メタリン酸水, 検出器波長 254 nm, カラム温度 40℃, 流速 1.0 mL/分 で分析した。各サンプル 3 反復で分析を行った。

(4) アストラガリン (ケンフェロール 3-O-グルコシド) 含量およびイソケルシトリン (ケルセチン 3-O-グルコシド) の測定方法

通常、ポリフェノールの分析は抽出効率を良くするため含水アルコールで行うのが一般的であるが¹³⁾、本研究ではお茶としての評価であるため、抽出溶媒に熱水を用いた。また、これまでに著者らは、柿葉茶の抽出条件の違いによる抽出液中の抗酸化成分含量を明らかにしている¹⁴⁾。本研究では、実際の飲用時における抽出と大きな差異が生じないように以下の方法で抽出を行った。すなわち、試料 200 mg に超純水 (ミリQ水) を添加し、10 分間沸騰水中で加熱抽出し 50 mL に定容したものを熱水抽出液とした。定量分析には HPLC を使用し、装置は島津高速液体クロマトグラフ装置 (島津製作所, LC10A システム), UV-VIS 検出器 (SPD10A) を用い、カラムは Inertsil ODS80A (GLサイエンス, 4.6 φ × 250 mm), 移動相は 0.5% リン酸水 / アセトニトリル = 82/18 (v/v), 検出器波長 254 nm, カラム温度 40℃, 流速 1.0 mL/分 で分析した。各サンプルについて 3 反復で分析を行った。

(5) ポリフェノール含量の測定方法

抽出は上記 (4) の方法に準じて行った。ポリフェノール含量は、フォリン・チオカルト試薬を用いたフォリン法¹⁵⁾によって測定し、カテキン相当量として表した。各サンプルについて 3 反復で分析を行った。フォリン・チオカルト試薬は、還元性をもつ成分に反応するため¹⁶⁾、

フェノール残基やアスコルビン酸¹³⁾にも影響を受ける。しかし、フォリン・チオカルト法による測定値をポリフェノール含量として示している場合も多数あり¹³⁾、本報告においてもフォリン・チオカルト法による測定値をポリフェノール含量として表した。

(6) ラジカル捕捉活性の測定方法

抽出は上記(4)の方法に準じて行った。ラジカル捕捉活性の測定は、安定的な DPPH (1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ラジカルを用いる須田¹⁷⁾の方法に準じて行い、活性はビタミン E の合成類似物質であるトロロックス (6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) 相当量 (mmol Trolox eq/100 g DW) で表した。

(7) 水分含量の測定方法

105℃常圧乾燥法を用いた。

3. 結果

(1) 市販柿葉茶の抗酸化成分および水分含量

1) アスコルビン酸浸出量

市販柿葉茶 22 種類のアスコルビン酸含量は、0 ~ 1,300 mg/100 gDW もの幅があり、製品間で顕著な差異が認められた (Fig. 2)。本試験で分析した柿葉製品茶葉のうち、T-AsA 含量が 1,000 mg/100 g DW 以上だったのが No. 19 および 20、600 mg/100 g DW 程度だったのが No. 14、100 mg/100 g DW 程度だったのが No. 21 および 22、ごく微量に含まれていたのが No. 3, 9, 15 および 17 であった。その他の 13 製品については、アスコルビン酸が全く含まれていなかった。

2) アストラガリン含量

市販柿葉茶 22 種類のアストラガリン含量は 0 ~ 219 mg/100 g DW の範囲で、製品間で顕著な差異が認められた (Fig. 3)。最も含量が最も高かったのは No. 20 の 219 mg/100 g DW で、No. 14, 15, 17 および 20 では 200 mg/100 g DW を超えていたが、No. 8 は全くアストラガリンが含有されていない。

3) ポリフェノール含量

市販柿葉茶 22 種類のポリフェノール含量は 900 ~ 6,070 mg/100 g DW の範囲で最も高かったのが No. 20、次いで No. 14, 17, 19, 22 で、No. 8 は著しく含量が低かった (Fig. 4)。

4) ラジカル捕捉活性

市販柿葉茶 22 種類の DPPH ラジカル捕捉活性は 12 ~ 41 mmol Trolox eq. /100 g DW の範囲で、最もラジカル捕捉活性が高かったのは No. 20、次いで No. 14, 17, 19 および 22 の活性が高く、最も低かったのは No. 8 であった (Fig. 5)。また、DPPH ラジカル捕捉活性とポリフェノール

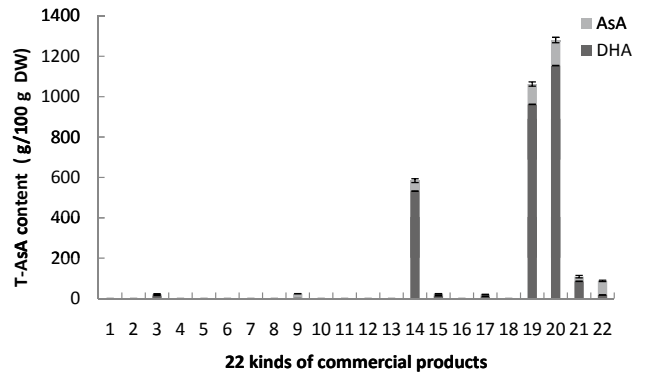


Fig. 2. Ascorbic acid contents of 22 commercial persimmon leaf tea products.
 ■ AsA : ascorbic acid (reduced) □ DHA : dehydroascorbic acid
 Vertical bars indicate standard deviations (n=3) of means.

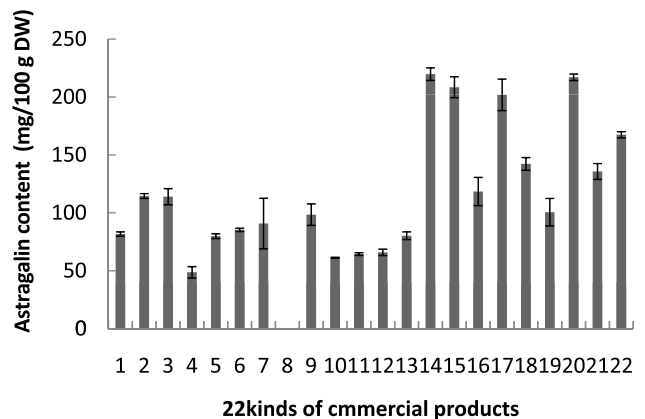


Fig. 3. Astragaline contents of 22 commercial persimmon leaf tea products
 Vertical bars indicate standard deviations (n=3) of means.

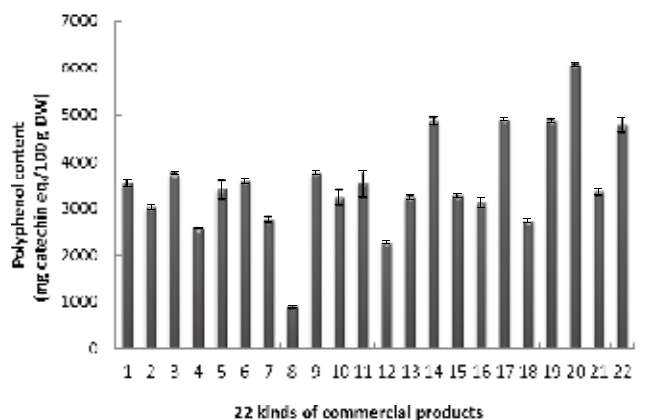


Fig. 4. Polyphenol contents of 22 commercial persimmon leaf tea products
 Vertical bars indicate standard deviations (n=3) of means.

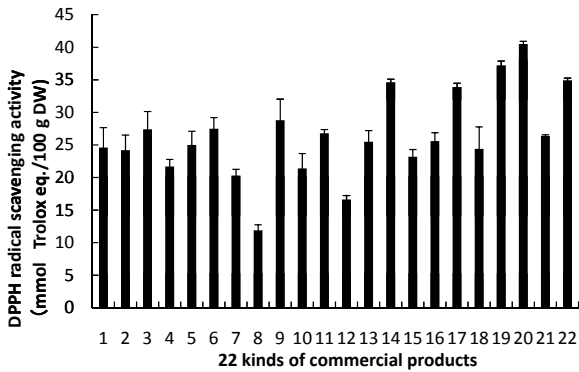


Fig. 5. DPPH radical scavenging activity of 22 commercial persimmon leaf tea products
Vertical bars indicate standard deviations (n=3) of means.

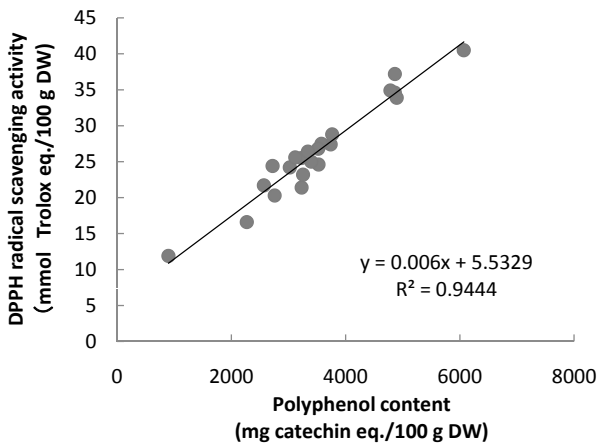


Fig. 6. Relations between DPPH radical scavenging activity and soluble polyphenol content of 22 commercial persimmon leaf tea products

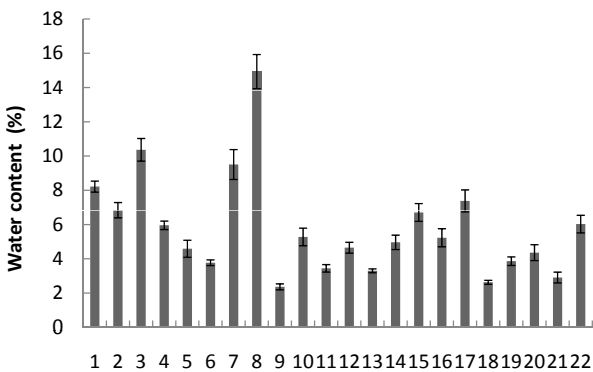


Fig. 7. Water contents of 22 commercial persimmon leaf tea products
Vertical bars indicate standard deviations (n=3) of means.

ル含量には $R^2 = 0.9444$ の非常に高い相関関係が認められた (Fig. 6).

5) 水分含量

Fig. 7 に市販柿葉茶 22 種類の水分含量を示した. 一般的に品質保持の観点から茶葉中の水分は 5% 以下まで乾燥することが好ましいとされている¹⁸⁾. しかし, 22 製品中 11 製品が水分含量 5% を超えていた. 最も水分が高かった No. 8 は, その含量が 15% にも達していた. 水分含量と抗酸化成分含量および DPPH ラジカル捕捉活性との間には相関関係が認められなかった.

(2) 焙煎温度および時間が抗酸化成分含量に及ぼす影響

Fig. 8 に焙煎処理温度と時間がアスコルビン酸含量, ポリフェノール含量, ラジカル捕捉活性, アストラガリン含量, イソケルシトリン含量に及ぼす影響について示した. 焙煎温度 150℃ 処理区では, アスコルビン酸含量は焙煎処理時間が長いほど減少したが, ポリフェノールと DPPH ラジカル捕捉活性は, 10 分間処理においても変化が小さかった. 焙煎温度 200℃ 処理区では, 処理時間が長いほどアスコルビン酸含量が激減し, 5 分間処理ではほとんどが消失した. ポリフェノール含量, ラジカル捕捉活性は, アスコルビン酸ほど顕著ではなかったものの, 処理時間が長いほど含量および活性が低下した. 焙煎温度 250℃ 処理区では, アスコルビン酸は 1 分間処理でほとんどが消失し, ポリフェノール含量は 1 分間処理で 4 分の 1 程度まで激減し, ラジカル捕捉活性は 1 分間処理では 3 分の 1 程度まで激減し, 3 分間処理以上で活性が全くなかった. また, 柿葉の低分子ポリフェノールの中ではもっとも含量の多いアストラガリンおよびイソケルシトリン⁸⁾ について検討した結果, 両者ともアスコルビン酸ほど顕著ではないものの, 焙煎温度が高くなるほど, 時間が長くなるほど含量が大幅に低下した. 以上のことから, 焙煎処理温度が高くなるほど, 処理時間が長くなるほど各抗酸化成分および活性は減少する傾向が認められ, 特にアスコルビン酸含量で影響が大きいことが明らかとなった.

4. 考 察

Fig. 1 に示したとおり, 市販製品には様々な形態のものがあった. 乾燥葉を裁断したもの, 粉碎処理が施してあるもの, 茶葉色から焙煎処理が施されていると思われる茶葉があった. 特に茶葉の色から焙煎処理が施していると予想された製品は No. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 16 および 18 であった.

本研究で分析した製品 22 種類間で, 最も顕著に含量の差異が表れたのはアスコルビン酸であった. 柿の葉のアスコルビン酸含量が高いことはよく知られている^{1, 8)}. また, 筆者らはカキ '西条' 以外の品種について甘柿, 渋柿い

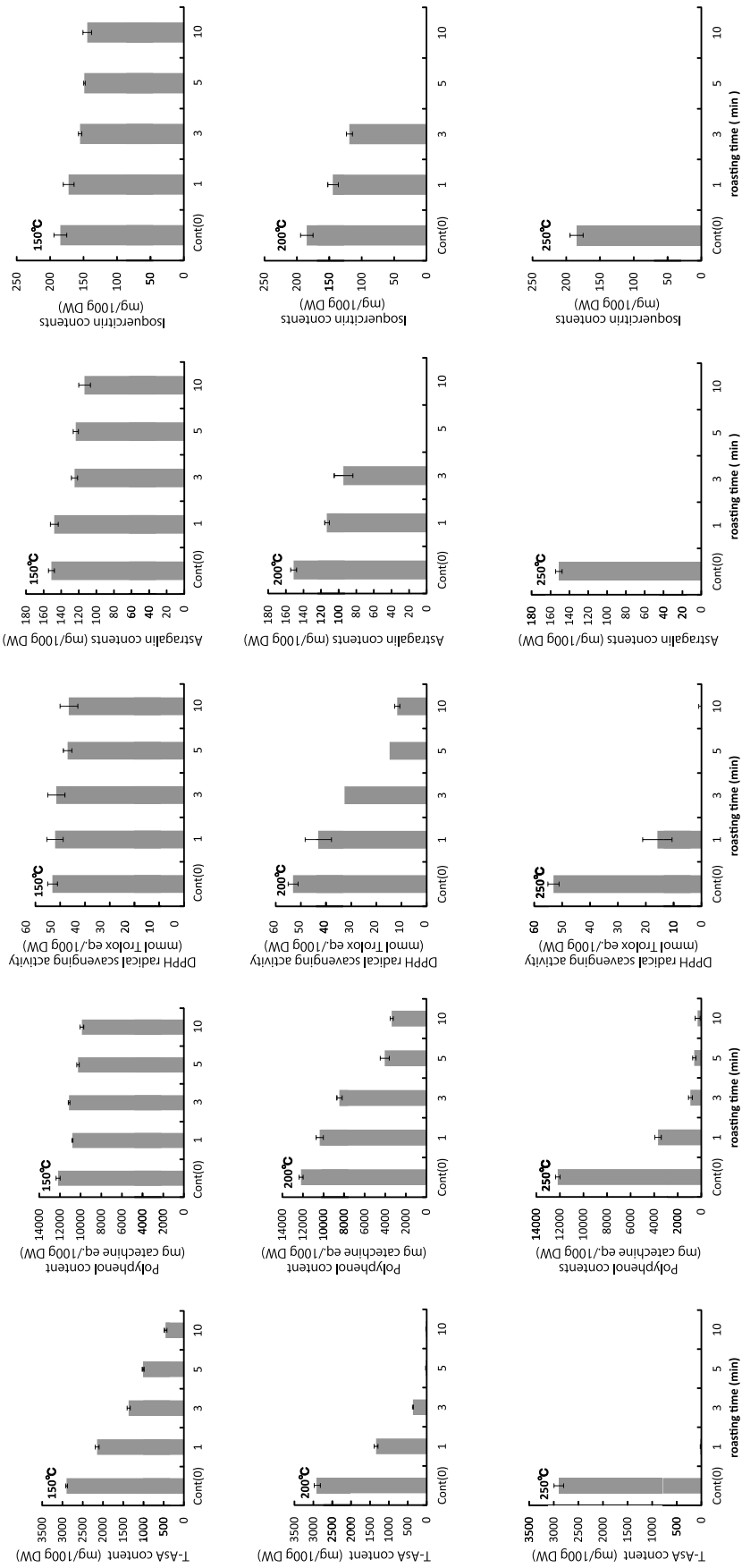


Fig. 8. Effect of roasting time and temperature on T-AsA content, Polyphenol content, Astragalgin content, Isoquercitrin content and DPPH radical scavenging activity of persimmon leaf tea

Vertical bars indicate standard deviations (n=3) of means.

ずれの品種でもアスコルビン酸含量は高いことを確認し(データ未発表), 柿の葉のアスコルビン酸含量が最も低くなる10月でも2,000 mg/100 g DW程度は含まれていることを明らかとしている⁸⁾。しかし, 本研究で供試した市販柿葉茶にはアスコルビン酸が全く含まれていなかった製品が半数以上あった。これは, 生葉に含まれていたアスコルビン酸が, 製造あるいは流通中に分解されたと考えられた。筆者らは, 製造および保存中のアスコルビン酸含量を保持するために, 乾燥前の十分な蒸熱処理と機械乾燥により短期的に均一に乾燥させることが有効であることを述べている^{10, 11)}。また, 流通中のアスコルビン酸含量を保持するためには, 脱酸素剤の封入や, 酸素透過性の低いフィルムの使用が有効であることも明らかにしている¹⁹⁾。今回, 入手した製品22種のなかでは, No.14のみ製造履歴がわかっている。この製品は, 蒸熱処理を十分に行い, 包装形態も窒素充填とアルミ箔のラミネートフィルムを使用している。No. 19およびNo. 20の製造履歴は不明だが, 包装資材はアルミ箔のラミネートフィルムを使用していることから, これらは, 流通中のアスコルビン酸の酸化が抑制されているものと考えられた。

柿葉に含まれているアストラガリンは, 抗アレルギーの働きがあるとの報告がある成分である^{6, 7)}。また, ポリフェノールについても製品間で含有量が大きく異なっていた。蒸熱処理時間の長短や乾燥方法の違いにより, アストラガリンおよびポリフェノールに2~3割程度の差が出ることは確認しているが(データ省略), 本実験の差はそれぞれ0~219 mg/100 g DWおよび900~6,070 mg/100 g DWであることから, 蒸熱処理および乾燥方法以外の要因が大きいと考えられた。また, ラジカル捕捉活性についても, 製品間に顕著な活性の差異が認められたが, これはDPPHラジカル捕捉活性と高い相関関係が認められたポリフェノール含量に起因しているものと思われる。本報告では, フォリン・チオカルト試薬を用いた分析結果をポリフェノール含量として示したが, この値にはポリフェノールが分解して生成したフェノール残基およびアスコルビン酸などの還元性を有する成分の影響も含まれている^{13, 16)}。また津志田¹³⁾はポリフェノール化合物の種類によっても発色の強さが異なることも指摘している。よって, 正しくは, ラジカル捕捉活性と高い相関関係が認められたのは, ポリフェノール, フェノール残基およびアスコルビン酸の還元力の合計ということなる。

筆者らは, これまで, 製茶工程の蒸熱処理時間については詳細に実験を行ってきたが, さらに高温帯での加熱処理である焙煎については焙煎の有無による影響しか明らかにしていなかった¹¹⁾。市販品22種類は, 目視から焙煎処理時間および温度は製品によって大幅に異なっているこ

とが推察された。そこで, 本実験では焙煎温度および時間が製品の抗酸化成分含量へ及ぼす影響について検討した。その結果, アスコルビン酸含量は焙煎温度150℃処理区においても処理時間が長くなるに従い含量が激減したが, ポリフェノール含量およびDPPHラジカル捕捉活性への焙煎時間の影響は小さかった。200℃および250℃処理区では, 焙煎処理時間が長くなるほどアミノ・カルボニル反応による褐変が進み, 抗酸化成分の一つであるメラノイジン²⁰⁾の生成が認められ, アスコルビン酸, ポリフェノール含量およびラジカル捕捉活性は処理時間が長くなるに従い激減した。これらのことは, メラノイジン生成によるラジカル捕捉活性の向上効果よりも, 200℃以上の焙煎処理による抗酸化成分含量の低下の影響が大きかったことを示している。さらに, 柿の葉に含まれるラジカル捕捉活性を持つポリフェノール成分が, 150℃の加熱処理では安定であるが, 200℃以上になると分解される成分であることを示唆している。柿葉に含まれる低分子のポリフェノール成分には, カテキン^{2, 4)}, エピガロカテキンガレート²⁾, ルチン²¹⁾, アストラガリン, イソケルシトリン⁸⁾がある。本報告におけるHPLC分析ではエピガロカテキンガレートやルチンは検出されず, カテキンの含有量は0~30 mg/100 g DW程度と低かったため, 含量の多いアストラガリンおよびイソケルシトリンについて, 焙煎処理温度と時間の関係を検討した。その結果, アストラガリンおよびイソケルシトリンとも焙煎150℃処理区では, 10分間焙煎処理を施しても, 焙煎しない場合と比較して減少率はそれぞれ, 25%, 22%にとどまった。しかし, 200℃処理では5分以上, 250℃処理では1分間処理で両者とも消失していた。また, 曾根原らは柿葉にタンニン系物質, ロイコアントシアニンの含有を示唆している²⁾。タンニン系成分およびロイコアントシアニンの両成分については, 本研究では分析しておらず, さらなる検討が必要と考えている。

このことから, 本実験で用いた柿葉茶の市販製品22種類の抗酸化成分含量の差異に, 焙煎方法が深く関与していることも充分考えられた。このことは茶葉色から強い焙煎を施していないと予測されたNo. 14, 19および20の抗酸化成分含量が高かったことから推察された。さらに, 緑茶の場合, 品質保持の観点から水分含量を5%以下にするのが好ましいとされている¹⁸⁾。水分が多いと, 様々な酵素および酸化作用が働き, 抗酸化成分含量が減少することが考えられるが, 本実験で用いた22種類の柿葉茶製品のうち, いずれの抗酸化成分含量とも最も低かったNo. 8は, 水分含量が15%と最も高かった。水分含量と抗酸化成分含量との間に負の相関は認められなかったものの, 水分含量が著しく多い場合は抗酸化成分の分解に影響する

ものと推察され, 抗酸化成分含量の減少を抑制するためには充分な乾燥処理が必要であることも示唆された. 本試験では 焙煎処理や水分含量と抗酸化成分含量との関係について検討を行ったが, 両者以外にも, 柿葉茶中の抗酸化成分含量に影響する要因として, 茶葉の品質や形状, 包装材料, 流通, 保管状態などの多数の要因があげられる. これらについては今後の検討課題と考えている.

柿葉茶 22 製品について抗酸化成分含量を調査したところ, 製品間には大きな違いがあり, 焙煎処理と水分含量に着目した本試験の結果からその一因として乾燥不足による水分過多, 過度な焙煎処理が考えられた. 抗酸化成分含量の低下を抑制するためには, 水分含量が 5% 以下になるまで乾燥させ, アスコルビン酸含量を保持する場合には焙煎処理を施さない, ポリフェノールおよびラジカル捕捉活性を保持するためには焙煎処理を施さない, 風味向上のために焙煎を行う場合は 150℃ 程度の低温で行う必要があることが明らかとなった.

5. 結論

市販柿葉茶 22 種について, アスコルビン酸, アストラガリン, ポリフェノールおよびラジカル捕捉活性を調査した. その結果, いずれの成分も製品によって含量が大幅に異なり, アスコルビン酸, アストラガリン, ポリフェノールおよびラジカル捕捉活性の値の幅は 0 ~ 1,300 mg/100 g DW, 0 ~ 219 mg/100 g DW, 900 ~ 6,070 mg/100 g DW および 12 ~ 41 mmol Trolox eq./100 g DW であった. また, これらの成分含量に影響を及ぼすと推察される焙煎温度および処理時間と水分含量の測定を行った. 抗酸化成分含量の低下を抑制するためには, 水分含量が 5% 以下になるまで乾燥させ, 焙煎は施さない方が良かったことがわかった. 風味向上などの目的で焙煎処理を施す場合は, 150℃ 程度の低温で焙煎する必要があることが明らかとなった.

実験にご協力いただいた当時広島文教女子大学の井居はるかさん, 高木あいさん, 田村実里さん, 沖島千恵さん, 林仁美さん, 政廣玲子さん, 柿葉をご提供いただいた桜江町桑茶生産組合 古野利路氏に深謝いたします.

引用文献

- 1) 村川敬二, 木山英俊. 柿の葉茶の製造と利用. 山形県工業技術センター報告. 1996, **18**, p.1-5.
- 2) 曾根原直子, 泉敬子. 柿葉のビタミン C とポリフェノール成分との関係. 日本栄養・食糧学会誌. 1991, **44**, p.385-386.
- 3) 桑名隆一郎, 伊達あけみ, 沢村豊, 盛岡雅史. 毛乳頭

をめぐる育毛剤の新しい研究開発. *Fragrance Journal*. 1995, **23**, p.41-48.

- 4) 棟久美佐子, 井上知明, 小松正幹. 日本茶及び「健康茶」浸出液の抗酸化作用について (II). 京都府保環研年報. 1999, **44**, p.20-25.
- 5) Sakanaka, S., Tachibana, Y. and Okada, Y. Preparation and antioxidant properties of extracts of Japanese persimmon leaf tea (kakinoha-cha), *Food Chem*, 2004, **89**, p.569-575.
- 6) 小谷麻由美, 藤田晃人, 田中敏郎. ヒト好塩基球細胞およびマウスにおける柿の葉抽出物のアレルギー抑制効果. 日本栄養・食糧学会誌. 1999, **52**, p.147-151.
- 7) 松本元伸, 小谷麻由美, 藤田晃人, 田中敏郎. 柿葉抽出物の NC/Nga マウスにおけるアトピー性皮膚炎抑制作用. 日本栄養・食糧学会誌, 2001, **54**, p.3-7.
- 8) 鶴永陽子, 松本敏一, 倉橋孝夫, 持田圭介, 板村裕之. 収穫時期の違いがカキ '西条' の葉における機能性成分含量に及ぼす影響. 園芸学研究, 2006, **5**, p.321-324.
- 9) Tsurunaga, Y., Matsumoto, T., Kurahashi, T., Mochida, K. and Itamura, H. Effects of Shoot Length on Amounts of Functional Components of Leaves and Shoots for Tea from Japanese Persimmon 'Saijo'. *Food Preser. Sci.*, 2006, **32**, p.147-152.
- 10) 鶴永陽子, 松崎一, 持田圭介, 板村裕之. 製造工程の違いが柿葉茶の機能性および機能性成分に与える影響. 日本食品科学工学会誌, 2004, **51**, p.401-405.
- 11) 鶴永陽子, 松崎一, 持田圭介, 松本敏一, 板村裕之. 蒸熱加熱および焙煎処理が保存中の柿葉茶の総アスコルビン酸含量およびラジカル捕捉活性に与える影響. 日本食品科学工学会誌, 2005, **52**, p.391-397.
- 12) 池ヶ谷賢次朗, 高柳博次, 阿南豊正. 茶の分析法. 茶業研究報告, 1990, **71**, p.55-57.
- 13) 津志田藤二郎. ポリフェノールの分析技術. 食品と開発, 2005, **40**, p.11-13
- 14) 鶴永陽子, 高林由美, 鈴木芳孝, 西万二郎, 松本真悟. 柿葉茶の浸出方法が抗酸化成分含量に及ぼす影響およびその浸出液の安定性. 日本食品保蔵科学学会誌, 2009, **35**, p.309-314.
- 15) Swain, T and W. E. Hillis. The phenolic constituents of *prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, **10**, p.63-68.
- 16) 芳野恭士, 廣田雅恵. 各種ポリフェノールの定量法の比較. 沼津工業喉頭専門学校研究報告, 2000, **34**, p.147-153.
- 17) 須田郁夫. 抗酸化機能. 食品機能研究法. 光琳出版社, 2000, p.218-220.
- 18) 森孝夫. 嗜好飲料. 食品加工学. 化学同人出版社,

2003, p.72.

- 19) 鶴永陽子, 松本敏一, 板村裕之. 柿葉茶の保存条件が機能性成分含量に与える影響. 園芸学会中四国支部研究発表要旨, 2007, **46**, p.10.
- 20) 松尾眞砂子, 人見英里. 味噌の種類・調理法および添加香辛料による抗酸化力の変化. 日本食品科学工学会誌, 2007, **54**, p.503-508.
- 21) 木村俊之, 山岸賢治, 鈴木雅博, 八巻幸二, 新本洋士. 柿の葉のラジカル消去成分. 東北農業研究, 2003, **56**, p.267-268.