

茶葉を素材として用いた料理から検出されるカテキン

Detection of Catechins in Dishes Containing Tea Leaves

堀江秀樹*[§] 江間かおり* 野村幸子* 物部真奈美*

Hideki Horie

Kaori Ema

Sachiko Nomura

Manami Monobe

Green tea contains catechins, which are beneficial to human health. The retention of catechins and caffeine was measured in various dishes prepared with powdered green tea, among other ingredients. Catechins were detected in all the dishes tested, although the detected levels were lower than those of caffeine. One of the dishes tested for catechins and caffeine was pancakes containing powdered green tea. The level of catechins decreased just by mixing the tea powder with dough, and decreased further after baking, while the quantity of caffeine measured in the baked pancake was almost the same as that in the unmixed tea powder. Catechins in tea powder interact readily with various food materials and are unstable at cooking temperatures. It is important to give due consideration to this and other chemical properties of catechins while developing recipes of dishes containing tea leaves, if the objective is to increase the intake of catechins, and prevent the overwhelming of catechins by caffeine.

キーワード：生体利用性 bioavailability；加熱 heating；機能性 health benefit；カフェイン caffeine；ポリフェノール polyphenols

1. 緒言

緑茶中には主に4種類のカテキン、(EGCG: epigallocatechin gallate, EGC: epigallocatechin, ECG: epicatechin gallate, EC: epicatechin)が含まれる。茶のカテキンについて、ヒトの健康への寄与が期待され、紅茶よりもカテキンを多く含む緑茶への需要が国際的にも高まっている (Dufrene, 2014; Goggi, 2014)。

茶葉を湯で抽出する場合、カテキンなどの成分の一部が茶殻に残るため、茶葉を粉末化したものを湯に懸濁して飲用したり、茶葉を料理の素材に使って全量を摂取することも一部で推奨されている。実際に、パンに抹茶を添加することによって血糖値の上昇が抑制され、そのメカニズムとしてEGCGによる α -グルコシダーゼ阻害作用によるものと報告されている (中村等, 2012)。一方で、カテキンは比較的不安定なため、料理用の食材として用いる場合には調理の過程で分解してしまう可能性もある (Wang and Zhou, 2004)。そこで、実際に茶葉を粉末化して素材のひとつとして用いた料理を対象に、どの程度カテキンが検出されるかを調査した。なお、茶葉にはカテキンとともにカフェインも含まれ、両者は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いれば容易に同時分析可能である。カテキンについては機能性成分として高含量で料理中に残存することが期待さ

れる一方で、カフェインについては過剰摂取が懸念される場合もある (Heckman, et al., 2010) ため、本報においては両者のデータを記載した。

2. 材料および方法

茶葉を用いた料理については、静岡県掛川市において「お茶&リンゴの健康レシピ集」(掛川市, 2015)の作成に当たって試作された料理から一部を採取したものの提供を受け、分析時まで冷凍保存した。使用した茶葉は、掛川産の深蒸し煎茶を家庭用粉碎機で粉末化したものである。茶粉末中のカテキン・カフェインの組成は表1に示した。なお、本レシピでは、1人前に用いる茶粉末は2gであった。冷凍保存された試料5gを凍ったまま秤量し、0.5%酢酸10mL、エタノール10mLの順に加えて、ホモゲナイザーで5分間破碎・抽出した。全量を遠心管に移し、9,000×gで10分遠心後、上清を50mLのメスフラスコに移した。残渣については再度上記抽出液に懸濁し、遠心分離し上清を上記メスフラスコに足した後、水でメスアップした。抽出液は、水で希釈後、メンブレンフィルター (ADVANTEC, DISMIC 13-HP)に通し、分析用試料とした。カテキン・カフェインは逆相HPLCにより分析した。分析条件は既報 (Maeda-Yamamoto, et al., 2005)の通りである。

表1. 使用した茶粉末のカテキン・カフェイン組成 (n=3)

g / 100 g 茶粉末					
EGCG	EGC	ECG	EC	GCG	caffeine
6.50	4.29	1.09	0.96	0.15	2.54

EGCG: epigallocatechin gallate, EGC: epigallocatechin, ECG: epicatechin gallate, EC: epicatechin, GCG: galloocatechin gallate

* 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶葉研究部門 (Institute of Fruit Tree and Tea Science, NARO)

[§] 連絡先 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶葉研究部門
〒428-8501 静岡県島田市金谷猪土居2769
E-mail: horie@affrc.go.jp

茶粉末を加えたホットケーキは次のように調製した。すなわち、ホットケーキミックス（日清製粉）200 gに鶏卵1個、牛乳150 mL、茶粉末（品種「べにふうき」）8 g加えて攪拌し、一部をサンプリングした（加熱前）。耐熱容器に移し、180℃に設定した電気オーブンで25分間焼いたものを試料とした（加熱後）。試料の保存、抽出等は上記の通りである。

なお本報においては、茶料理等から検出されたカテキン・カフェイン量を、用いた茶粉末に含まれていたカテキン・カフェイン量で除して百分率で表した値を検出率（%）として記載した。

3. 結果および考察

茶料理からのカテキン・カフェインの検出率を表2にまとめた。なお、表には茶カテキンの中でも含量の高いEGCGとEGCについて記載した。さらにこれらのカテキンはそれぞれ、GCG（galocatechin gallate）及びGC（galocatechin）に熱異性化することが知られている（佐野, 2007）ので、料理中の含量の高かったGCGの検出率も示した。なおGCGについては、単純に茶料理から検出された量を添加した茶粉末の量で除する計算法では、検出率が100%を上まわる試料も認められた。料理試料中には調理過程でEGCGから異性化したGCGも含まれるものとして、GCGの検出率については、茶料理から検出されたGCGの含量を、添加した茶粉末に含まれるEGCGとGCGの含量の和で除して記載した。

表1にカテキン・カフェインの含量を示しており、茶料理の1人分には茶粉末2 g使用したので、1人分にEGCG, EGC, カフェインをそれぞれ130 mg, 86 mg, 51 mg含むことになる。表2の検出率を掛ければ、料理から抽出された1人分のカテキン・カフェインの量となる。

茶料理中のカフェインについては、78~127%の検出率を示した（表2）。なお、HPLCのクロマトグラムから判断するに限り、試料由来の夾雑物の分析への影響は小さかった。検出率が100%を超えている試料があることについては、分析に用いた試料は実際の料理の一部を採取したため不均一性にも起因するものと考察される。カフェインの検出率が100%前後の値を示したことから、茶を料理に用いる場合、カフェインは調理の過程でほとんど低減しないものと考察される。2 gの茶葉には50 mg前後のカフェインが含まれ、そのまま料理に残ると考えられ、この値は、コーヒー浸出液100 gに含まれるとされるカフェインの量60 mg（文部科学省, 2015）に近い。茶料理を単品で食する場合は問題ないが、茶料理のコースメニュー等を食する場合には、特に妊婦や子供はカフェインの過剰摂取にも配慮する必要があるものとする（Heckman, et al., 2010）。

一方、カテキンについては全体としては、カフェインよりも検出率は低かったものの、すべての料理から検出された。また、「揚げる」、「煮る」、「蒸す」、「焼く」等加熱方法で分けて表に記載したが、加熱方法と検出率の間に一定の関係は認められず、多くの料理ではEGCGはEGCよりも検出率が低かった。

表2. 茶粉末を使用した料理からのカテキン・カフェイン検出率

料 理*	調理法***	検出率 (%)**			
		EGCG	EGC	GCG	caffeine
お茶にぎり	混	55	78	1	95
甘酒	混	78	100	2	88
ういろう	レンジ	58	61	4	91
お茶大豆コロッケ	揚	50	69	2	81
ナゲット	揚	48	60	3	94
大学いも（たれ）	煮	98	85	3	103
お茶のムース	煮	51	91	1	91
掛川茶ラテ	煮	77	76	5	102
お茶のクレーミーリゾット	煮	57	62	7	85
クリームパスタ（ソース）	煮	68	83	2	87
豆乳くずもち	煮	89	96	2	95
お茶おろしスパゲッティ（具）	煮	80	92	3	95
お茶しゅうまい	蒸	50	65	3	81
鬼まんじゅう	蒸	29	60	4	127
お好み焼	焼	49	64	3	78
ホットケーキ	焼	35	17	5	112
おやつパン	焼	27	10	11	100

* レシピについては掛川市発行「お茶&リンゴの健康レシピ集」参照

** 検出率（%）：（料理から検出された成分量）／（茶粉末に含まれていた成分量）×100

ただしGCGの検出率は、（料理から検出されたGCG量）／（茶粉末中のGCGとEGCGの合計量）×100

*** 混：混ぜる、レンジ：電子加熱、揚：油で揚げる、煮：煮る、蒸：蒸す、焼：焼く

略号は表1と同じ

表3. 使用したべにふうき緑茶粉末のカテキン・カフェイン組成 (n=3)

g / 100 g 茶粉末						
EGCG	EGC	ECG	EC	EGCG ³ Me	GCG	caffeine
8.15	3.50	1.78	0.85	1.54	0.06	2.47

EGCG³Me: epigallocatechin-3-O-(3-O-methyl) gallate
その他の略号は表1と同じ

表2に示した「お茶おにぎり」は炊飯された米と茶粉末を混合しただけであり、茶葉に含まれていた成分の大きな変化は期待されない。GCGの検出率が1%と低いことから、熱異性化もほとんどないと推定されるが、それでも、EGCGの検出率は55%を示した。EGCGが他の食材、すなわち炊飯米の成分に吸着されたために、本試験に用いた抽出液中には一部溶解しなかったものと考えられる。EGCGなどのカテキンが、食品成分に吸着されることは広く知られており(村元等, 1999)、本来は、それぞれの食材に吸着されたカテキンを完全に抽出できる条件を用いるか、カテキンの生体利用性とパラレルな評価系があれば、それを用いて料理中のカテキンの評価を行うのが理想である。しかしながら、料理に含まれるカテキンを完全に抽出できるような条件は報告されておらず、また、牛乳に含まれるカゼインなどとの同時摂取により、カテキンの吸収が低下するか否かについても現在も議論されているところであり(van der Burg-Koorevaar, et al., 2011; Egert, et al., 2013; Xie, et al., 2013)、料理のような複雑な系で摂取した場合のカテキンの生体利用能の推定は現状困難である。そうした中で、今回は多数の試料から一定の条件で抽出して検出率として比較した。

表2において、「ホットケーキ」および同様にホットケーキ粉を用いて焼いた「おやつパン」において、カテキンの検出率が低く、さらにEGCの検出率がEGCGの検出率よりも低い特徴が認められた。これを確認するため、別途ホットケーキを調製し、焼く前後で検出率を比較した。なお本試験においては、アレルギー抑制作用が期待されるメチル化カテキンの動態も確認するため、メチル化カテキン(EGCG³Me: epigallocatechin-3-O-(3-O-methyl) gallate)を含む茶品種「べにふうき」(山本等, 2001)の緑茶を粉末化して実験に用い、供試茶の成分は表3に記した。

その結果、ホットケーキ粉や牛乳との混合後に、カテキンの検出率の低下が認められた(図1, 加熱前)。さらに、180℃で25分加熱すると、カテキンの検出率は全体に低下した(図1, 加熱後)。一方で、カフェインの検出率は低下しなかった。ホットケーキ粉等との混合後にカテキンの検出率が低下している要因のひとつは、ホットケーキ粉や牛乳等の成分に、茶由来のカテキンが吸着したためと推定される。EGCG³Meの調理過程における変動については、他の文献等に記載はほとんど認められないため、EGCG³Meを含むべにふうき緑茶を用いた結果、EGCG³MeはEGCG

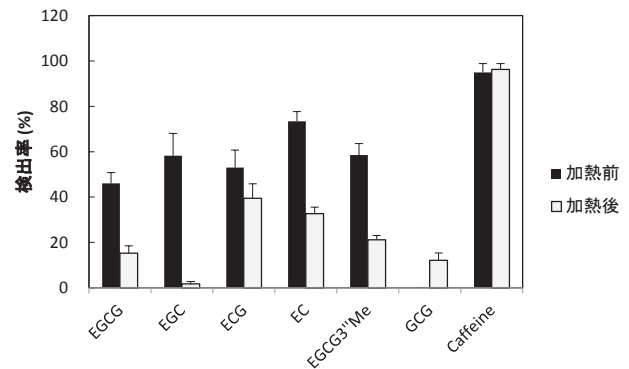


図1. ホットケーキ加熱前、加熱後のカテキン・カフェイン検出率
エラーバーは標準偏差 (n=3) を示す
略号は表3と同じ
検出率は表2参照

と同様の挙動を示した。GCGについては、加熱前には観察されなかったが、加熱後の試料には認められ、EGCGが熱異性化したものと推測される。EGCの検出率は加熱前にはEGCGよりも高かったが、加熱後には著しく低下した。EGCの検出率が低い点については、表2で示した「ホットケーキ」や「おやつパン」の結果が再現された。貝沼・今井(2008)によれば、茶飯を炊いた場合についてもカテキンの中ではEGCの減少量が最大であった。茶葉の乾燥粉末を200℃で加熱した場合も、他のカテキンと比べてEGCの低下が大きかった(データ省略)ことから、カテキンの中ではEGCの熱安定性が特に低いものと考えられる。これらのことから、加熱等の調理ステップが進むにつれて、カテキンの分解がともない、ヒトが吸収できる量も減少するものと推定される。

以上多様な茶料理から、加えた量の100%ではないものの茶由来のカテキンが検出された。ただし、今回のカテキンの抽出方法では、食品によっては食品成分に強固に吸着したカテキンが完全には抽出できていない場合もあるものと考えられる。牛乳と混合した茶では、ペプシン処理によりカテキンの回収率が向上したという報告(Fettuzzi and Green, 2006)もあるので、今後はプロテアーゼ等の酵素処理や抽出方法を工夫することにより、ヒトが吸収利用可能な状態のカテキンを推定することが必要である。カテキンの生体利用性については、未解明な点が多いが、加熱等の調理過程でカテキンが分解する可能性もあり、茶料理からカテキンを多く摂取したい場合には、カテキンの化学的な

特性にも配慮したレシピ作成が必要と考えられる。

4. 要 約

茶カテキンには健康機能が期待され、茶を用いた料理の喫食によりカテキンが摂取できるものと期待される。そこで実際に茶料理にカテキンが含まれるのか、静岡県掛川市の作成した「お茶&リンゴの健康レシピ集」に掲載された茶料理に含まれるカテキンおよびカフェインを分析した。その結果、カフェインについては料理に用いた茶粉末に含まれていた量がほぼ全量検出された。カテキンについてはカフェインよりも検出率が低いものの、いずれの料理からも検出された。多くの料理では、EGCGの検出率がEGCの検出率よりも低く、他の食品素材への吸着が要因として考えられる。茶粉末を添加したホットケーキを焼いた場合、ホットケーキ粉等素材との混合だけで、カテキンの検出率は低下し、焼いた後はさらに検出率の低下が観察された。焼いた後のホットケーキでは、EGCの検出率低下が著しく、EGCの加熱に対する不安定さが要因と考察される。カテキンの摂取を考えた茶料理レシピを開発するにあたって、カテキンの化学性を十分考慮するとともに、カフェインの過剰摂取にならないよう配慮が必要である。

本研究に用いた試料の一部は、掛川市お茶振興課より提供を受けた。実際にレシピを工夫しておいしい茶料理を開発された方々に感謝申し上げます。また本研究の一部は、「機能性を持つ農林水産物・食品開発プロジェクト」において実施した。

文 献

- Dufrène, B. (2014), 緑茶消費を中心とする欧州のお茶トレンドについて, 緑茶通信, **34**, 19-22
- Egert, S., Tereszczuk, J., Wein, S., Muller, M. J., Frank, J., Rimbach, G. and Wolfram, S. (2013), Simultaneous ingestion of dietary proteins reduces the bioavailability of galloylated catechins from green tea in humans, *Eur. J. Nutr.*, **52**, 281-288
- Ferruzzi, M. G. and Green, R. J. (2006), Analysis of catechins from milk-tea beverages by enzyme assisted extraction followed by high performance liquid chromatography, *Food*

- Chemistry*, **99**, 484-491
- Goggi, P. F. (2014), 米国における日本産緑茶, 緑茶通信, **34**, 3-6
- Heckman, M. A., Weil, J. and Mejia, E. G. (2010), Caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters, *J. Food Sci.*, **75**, R77-R87
- 貝沼やすこ, 今井明菜 (2008), 緑茶の色・味を生かした茶飯調製のための茶浸出条件の検討, 日本調理科学会誌, **41**, 26-34
- 掛川市, お茶&リンゴの健康レシピ集 (H27.3改訂版), <http://www.city.kakegawa.shizuoka.jp/data/open/cnt/3/12508/1/recipe1.pdf>, (2016/04/12)
- Maeda-Yamamoto, M., Nagai, H., Suzuki, Y., Ema, K., Kanda, E. and Mitsuda, H. (2005), Changes in *O*-methylated catechin and chemical components of 'Benifuki' green tea (*Camellia sinensis* L.) beverage under various extraction conditions, *Food Sci. Technol. Res.*, **11**, 248-253
- 文部科学省, 日本食品標準成分表2015年版(七訂), http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm, (2016/4/15)
- 村元美代, 大森正司, 加藤博通 (1999), 茶カテキンと食品成分の相互作用について, 日本家政学会誌, **50**, 163-168
- 中村衣里, 吉川友佳子, 戸根瑛美, 木戸和貴子, 松浦寿喜 (2012), 抹茶含有菓子パンの摂取が健康人に食後血糖値に与える影響, 日本食品化学会誌, **19**, 124-128
- 佐野満昭 (2007), 茶カテキンの機能と調理時における構造変化, 日本調理科学会誌, **40**, 223-230
- van der Burg-Koorevaar, M. C. D., Miret, S. and Duchateau, G. S. M. J. E. (2011), Effect of milk and brewing method on black tea catechin bioaccessibility, *J. Agric. Food Chem.*, **59**, 7752-7758
- Wang, R. and Zhou, W. (2004), Stability of tea catechins in breadmaking process, *J. Agric. Food Chem.*, **52**, 8224-8229
- Xie, Y., Kosinska, A., Xu, H. and Andlauer, W. (2013), Milk enhances intestinal absorption of green tea catechins in vitro digestion/Caco-2 cells model, *Food Research International*, **53**, 793-800
- 山本(前田)万里, 佐野満昭, 松田奈帆美, 宮瀬敏男, 川本恵子, 鈴木直子, 吉村昌恭, 立花宏文, 袴田勝弘 (2001), 茶の品種, 摘採期と製造法によるエピガロカテキン 3-*O*-(3-*O*-メチル)ガレート含量の変動, 日本食品科学工学会誌, **48**, 64-68

(平成28年1月12日受付, 平成28年5月4日受理)

和文抄録

緑茶はカテキンを含み、健康機能が期待される。緑茶粉末を加えた多様な料理からカテキン及びカフェインの検出率を求めた。その結果、カフェインの検出率に比べて、カテキンの検出率は低いものの、いずれの茶料理からもカテキンは検出された。緑茶粉末を加えたホットケーキからのカテキン、カフェインの検出率を測定したところ、ホットケーキ粉などと混合するだけで、カテキンの検出率は低下し、焼いた後にはさらに低下した。一方、カフェインはほぼ100%回収された。カテキンは食品素材に吸着されやすく、熱にも不安定なため、茶葉を用いた料理からカテキンを摂取させるには、カフェインの過剰摂取に留意するとともに、カテキンの理化学性を考慮したレシピの作成が必要である。