

《温故知新プロジェクト》

狭山茶の新規機能性開発を目指した探索的研究（第3報）

井上 宮雄^{* §} 宮本 康司^{*} 二川 正浩^{*} 藤森 文啓^{*} 池田 壽文^{*} 吉原 富子^{*}

Development of Novel Functional Property of Sayama Tea (3)

Miyao INOUE, Koji MIYAMOTO, Masahiro FUTAGAWA, Fumihiko FUJIMORI,
Hisafumi IKEDA, and Tomiko YOSHIHARA

1. 緒 言

お茶は四～五千年前に中国で発見され、紀元前の頃から保健効果のある飲料として認められていた嗜好品である。お茶の飲用は生活習慣病の予防になることが知られているが、その生理活性に起因する緑茶成分が明らかになってきたのは最近20～30年のことである。近年では単なる嗜好飲料としてよりも、生体調節機能を持つ機能性食品として見直され、世界的に注目されている。その様な意味においてお茶は「温故知新」というテーマに相応しい題材である。

狭山茶の歴史は古く、「色は静岡、香りは宇治よ、味は狭山でとどめさす」とも唄われ日本三大茶の一つに挙げられるなど、埼玉県を代表する重要な農産物の一つである。ところが、2011年3月に起こった福島原発放射能漏れ事故による風評被害により、狭山茶の販売力の低下が懸念された。そこで、大学と地域の連携事業に関する活動の一環として、狭山茶のブランド力を上げ、地域振興に貢献する事を目的としたプロジェクトを立ち上げた。その研究アプローチは、「意識調査」「成分分析」「認知教育」の三つの観点から取り組み、「意識調査」で狭山茶の歴史的背景およびアンケート調査からブランドイメージの実態を把握し、「成分分析」では狭山茶の特性に関する調査及び分析を行い、「認知教育」においてこれら二つの結果内容を組み込んだ市民向けの環境教育プログラムを開発するというコンセプトで取り組んでいる。

前報までにおいて、狭山茶の知名度を高めるための方策として、親子向けの体験型環境教育プログラムが有効であると考え、アンケート調査の結果から「茶摘み」を盛り込んだプログラムを想定し、有償で運営していくために必要なニーズを探ってきた。また、狭山茶の成分特性に関する調査としてカテキン類の組成分析や、狭山茶葉を後発酵茶として活用するための予備的な分析として、後発酵茶に関する微生物群の同定を行ってきた。本報では、「成分分

析」については三大茶の総カテキン量および全糖量の比較を行い、また、抽出方法を変えた場合の両成分の浸出性に対する影響について報告する。「認知教育」についてはこれまでのニーズ調査のまとめと、プログラム構築に向けた提案について報告する。そして、温故知新プロジェクト最終年度としてのまとめを行う。

2. 成分分析

1) はじめに

前報では、狭山茶はおいしいお茶であるという認識が半数近くある一方で、三大茶（狭山茶、静岡茶、宇治茶）の一つであることを知っている人は約20%程度しかいないことを報告した。そこで、狭山茶の商品価値を更に高めるためには三大茶の中で狭山茶がアピールできる特異性を示すことが重要であると考え、三大茶に含まれる機能性成分を比較するための調査および分析を行った。桑野らは、市販されている煎茶27試料の浸出液中の窒素、遊離アミノ酸、カフェイン、タンニンについて定量分析し、それらを検討した結果、宇治茶はあっさりした味、狭山茶は濃く、苦く、渋い味、静岡茶はその中間で平均的な味であることを報告している¹⁾。通常、製茶として市販されているお茶は一種類の茶葉だけで作られておらず、様々な産地や品種のお茶をブレンドさせて売られている。そこで本報では、同一品種による地域特性の違いを明らかにするため、全国における緑茶栽培面積の約75%を占める「やぶきた」品種を90%以上使用している市販製茶を45試料取り寄せ、種々の生理活性を示すことが知られているカテキン類について三大茶で比較した。加えて、渋味に対する抑制的な働きがあるとされる糖分の含有量についても同様の分析を行った。また近年、天然物から有機化合物を効率的に抽出する方法として高温高压条件下で行う試みが様々な食材を用いて行われている。そこで、標準的な熱水抽出ではなく加圧熱水抽出した場合の総カテキン量、全糖量について分析した結果についても報告する。

^{*} 東京家政大学 (Tokyo Kasei University)

[§] Corresponding (inouem@tokyo-kasei.ac.jp)

2) 実験方法

狭山茶、静岡茶、宇治茶のブランドとして市販されている普通煎茶を茶専門小売店から合計45試料購入した。この時、聞き取り調査により「やぶきた」品種を90%以上含んでいる銘柄茶を購入した。表1に各茶の価格帯毎に購入した数をまとめた。

標準的な熱水抽出は、茶の入れ方研究会による標準浸出法に従って行った²⁾。すなわち、茶6gに70℃の湯を170 mL注ぎ、2分間で浸出させる方法である。得られた浸出液はNo. 2ろ紙でろ過し、そのろ液を分析に供した。以後、この方法により調製した液を標準熱水抽出液と呼ぶ。また、3時間かけて調製した液を長時間熱水抽出液と呼ぶ。さらに、4℃において3時間かけて調製した液を冷水抽出液と呼ぶ。

加圧熱水抽出は、密閉式溶解るつぼ（オーエムラボテック(株)製 MR-98）の中に茶1.5gと水42.5gを入れ、130℃の乾熱器の中に所定の時間入れて行い、その後速やかに水で冷却し、No. 2ろ紙でろ過を行ったろ液を分析に供した。以後、この方法により調製した液を加圧熱水抽出液と呼ぶ。

総カテキン量は酒石酸鉄比色法を用いて定量した。酒石酸鉄試薬は硫酸第一鉄500 mgと酒石酸カリウムナトリウム2.5 gを水に溶解して500 mLに調製した。試料5 mLに酒石酸鉄試薬5 mLを加え、M/15リン酸緩衝液（pH 7.5）で25 mLに定容したものを540 nmの吸光度で測定し、検量線から試料の吸光度に相当する没食子酸エチル量を求め、その値からカテキン量を算出した。

全糖量はフェノール硫酸法で測定した。試料1 mLと5%フェノール溶液1 mLを試験管に取り、これに濃硫酸5 mLを一気に加えた。ただちに試験管を攪拌し、室温になるまで放置した。その後490 nmの吸光度を測定し、グルコースを用いて得られた検量線からグルコース相当量として全糖量を算出した。

浸出液中のカテキン類の組成分析は、上記の標準熱水抽出液、長時間熱水抽出、加圧熱水抽出液についてLC-MS分析により行った。分析は前報と同様の方法で分析した³⁾。LC-MSの測定条件は以下のとおりである。カラム；

Shim-Pack XR-ODSII（75 mm×2.0 mm I.D., 2.2 μ m）、移動相A；0.1%ギ酸水溶液、移動相B；メタノール、グラジエント；移動相A：移動相B（90：10）→10分→移動相A：移動相B（65：35）、流量；0.2 mL/min、注入量；20 μ L、イオン化モード；ESI Positive, ESI Negative 同時測定、印加電圧；4.5/−3.5 kV、BH 温度；400℃。

3) 結果と考察

図1に標準熱水抽出液100 mL中の総カテキン量の結果を示す。Tukey-Kramer法による多重比較検定から有意水準5%で狭山茶>静岡茶>宇治茶の順であることが示された。狭山茶は他の産地よりも寒い気候の中で作られているため、葉が厚くなり味が濃厚になると考えられている。緑茶に含まれるカテキン類は渋味をもたらす成分であり、また、抗肥満作用、抗腫瘍作用、抗菌・抗ウイルス作用などの優れた生理活性に関与する中心的な成分でもある。従って、三大茶の中で狭山茶は高い薬理効果が期待できるお茶であることが特徴として挙げられる。

図2に標準熱水抽出液100 mL中の全糖量の結果を示す。Tukey-Kramer法による多重比較検定から有意水準5%で狭山茶>静岡茶≒宇治茶の関係を示す結果が得られた。糖類はカテキンの渋味を緩和する可能性があることが示唆され⁴⁾、特に、緑茶に含まれる複合多糖類のペクチン

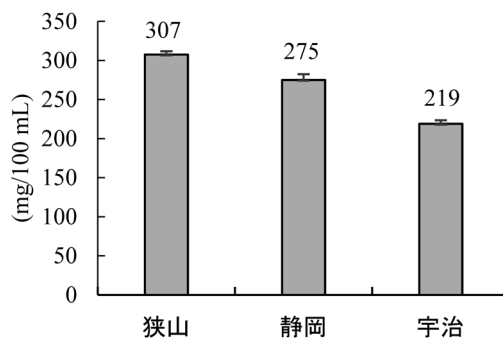


図1 標準熱水抽出液中の総カテキン量
エラーバーは標準誤差

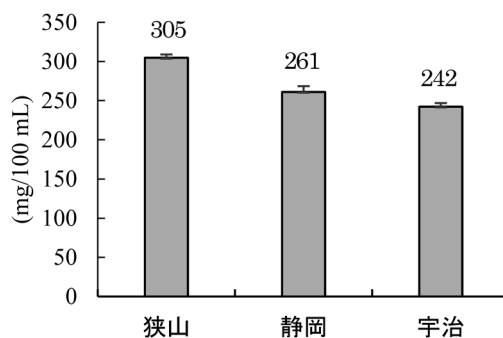


図2 標準熱水抽出液中の全糖量
エラーバーは標準誤差

表1 各ブランド茶の価格別の購入数

価格帯 (100 g あたり)	狭山	静岡	宇治
500円～1000円未満	2	4	4
1000円～1500円未満	4	4	4
1500円～2000円未満	4	3	4
2000円～2500円未満	4	4	4

がカテキン水溶液に対して渋味抑制効果を示すことが報告されている⁵⁾。総カテキン量／全糖量の値を計算すると、静岡茶（1.05）＞狭山茶（1.01）＞宇治茶（0.91）の順になり、狭山茶はカテキンによる高い薬理効果を示しつつ、その渋味を糖類による効果で抑制しているお茶であるといえる。

購入価格と総カテキン量または全糖量との相関関係を調べた。総カテキン量については狭山茶と静岡茶では相関関係はなかったが、宇治茶では負の相関を示す結果が得られた（ $r=-0.56$; $p<0.05$ ）。全糖量では、静岡茶（ $r=-0.54$; $p<0.05$ ）と宇治茶（ $r=-0.73$; $p<0.01$ ）に負の相関があることを示したが、狭山茶には相関がある結果は得られなかった。宇治茶は高級茶になるほど薄味になる傾向があるのに対し、狭山茶は価格と渋味の濃淡に関連がないことが分かった。

狭山茶は薬理効果が強い特徴を示すことを述べたが、更なる特性をもたらす抽出方法を探るため、加圧熱水抽出液について同様の分析を行った。実験に使用した狭山茶は、購入価格1080円（100 gあたり）、標準熱水抽出による総

カテキン量304 mg/100 mL、全糖量324 mg/100 mLの結果を示した銘柄茶を用いた。抽出温度は130℃で行い、クラジウス-クライペイロンの式から反応容器中の蒸気圧は0.27 MPaとなる。抽出時間は3時間をかけたが、これは反応容器を130℃の乾熱器に入れていた時間であり、130℃における抽出時間ではない（反応容器中の溶液温度はモニタリングできないため実際の時間は不明）。得られた加圧熱水抽出液は沈殿物の生成により白濁していた。長時間熱水抽出液や冷水抽出液では沈殿物の生成は見られなかった。この白濁の発生は紅茶を冷却した際に見られるクリームダウンと呼ばれる現象と同じであると考えられる。カフェインやタンニン（カテキン類やテアフラビン類など）が多い良質の紅茶で見られ、それらが凝集してできた複合体と推測されている⁶⁾。加圧熱水抽出が2時間の場合にはクリームダウン現象は見られなかった。

図3は加圧熱水抽出液の総カテキン量、全糖量を標準熱水抽出液に対する比で表した結果を示す。加圧熱水抽出では全糖量は1.48倍に増加したが、総カテキン量は0.88倍に減少した。総カテキン量が減少した理由として、高温高压状態におけるカテキン類の加水分解または酸化分解に起因すると推測される。総カテキン量／全糖量の値を計算すると長時間熱水抽出（1.13）、加圧熱水抽出（0.63）、冷水抽出（0.60）となり、渋味を抑えて甘味を出す飲み方として知られる冷水抽出とほぼ同じ値が得られた。

緑茶に含まれる主要カテキン類4種の抽出液中の含有量を知るためにLC-MSによる定量分析を行った。表2に（-）-エピガロカテキンガレート（EGCG）、（-）-エピカテキンガレート（ECG）、（-）-エピガロカテキン（EGC）、（-）-エピカテキン（EC）の含有量及び含有率の結果を示す。この中でEGCGは、緑茶が示す種々の疾病予防機能の主要な因子として働いていることが知られている。加圧熱水抽出をした場合の4種のカテキン含有量の総計は標準熱水抽出液と比べて0.7倍に減少したが、EGCGだけは標準熱水抽出液と同程度の値を示した。長時間熱水抽出ではこの様な結果は得られなかった。高温高压条件下における

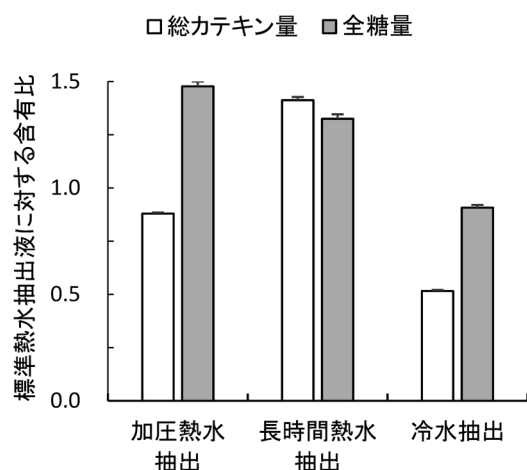


図3 標準熱水抽出液に対する総カテキン量及び全糖量の含有比
エラーバーは標準誤差

表2 各抽出液中のカテキン組成

抽出法		ECG	EGCG	EC	EGC	総計
標準熱水抽出 (70℃2分)	含有量 [mg/100 mL]	11.3	137.0	10.6	81.6	240.6
	含有率 [%]	4.7	57.0	4.4	33.9	100
長時間熱水抽出 (70℃3時間)	含有量 [mg/100 mL]	10.0	192.3	11.9	88.4	302.6
	含有率 [%]	3.3	63.6	3.9	29.2	100
加圧熱水抽出 (130℃3時間)	含有量 [mg/100 mL]	1.5	141.6	2.7	23.6	169.3
	含有率 [%]	0.9	83.6	1.6	13.9	100

各カテキンの安定性の違いに起因すると推測され、EGCGの熱安定性は高い事が報告されている⁷⁾。結果的にEGCGの含有率が高くなり、生理活性の高いEGCGを効率的に多く含む抽出液を得ることができる。

3. 認知教育

これまでに、「茶つみ環境講座に対するニーズ調査」および、「狭山における茶つみを中心とした環境学習プログラム開発と実施」を、併せてすすめてきた。

これまでのニーズ調査では、未就学児をもつ都心部の家庭にとって最も興味ある体験活動の内容は「茶つみの体験」であること、最も希望する曜日と時間帯は「日曜の午前中90分」であること、などが明らかになっている。また、これまでの環境学習プログラム開発では、ESDで重視する能力を視野に入れつつ、単に家族で茶つみと製茶と試飲の体験をするだけでなく、「チャは樹木（常緑樹）であること」「共同作業が必要であること」「茶農家は冬にも仕事があること」などを盛り込んだ内容としてきた。環境学習プログラム実施の結果、参加した家庭の保護者は、「体験の重要性」、「つながり」、「科学・思考」などに関して、プログラムに効力を感じていることが明らかになっている。

そこで、本稿では、3年間にわたるニーズ調査と2回おこなった茶つみプログラムの参加者への意識調査に基づいた、(1) 都心部の親子をターゲットとした茶つみ環境講座に対するニーズ調査の報告、および、(2) 狭山茶を活用した複合的な環境教育プログラム構築の提案を行う。

1) 都心部の親子をターゲットとした茶つみ環境講座に対するニーズ調査

調査対象は、平成26年度と平成27年度に「茶つみ環境講座」を受講した未就学児をもつ家庭、および、平成25年度から平成27年度までにその他の環境学習講座群を受講した未就学児をもつ家庭とした。質問の項目は、希望する日時、参加費、体験活動の内容、環境学習の内容などとした。茶つみ環境講座に参加した家庭16、茶つみ環境講座以外の環境学習講座に参加した家庭87から回答を得た。

図4に、ニーズ調査の結果を示す。

茶つみ環境講座への参加者も、茶つみ環境講座以外の講座への参加者も共に、体験活動の内容として茶つみの体験、製茶の体験、自分が作ったお茶を飲む体験、を強く希望する傾向が見られた。

また、茶つみ環境講座以外の環境講座に参加した家庭の保護者と比較して、茶つみ環境講座に参加した家庭の保護者の回答に特徴的な点は、開催日時は土曜よりも「日曜午前」を希望する、参加費は有料でもよい、体験活動の内容

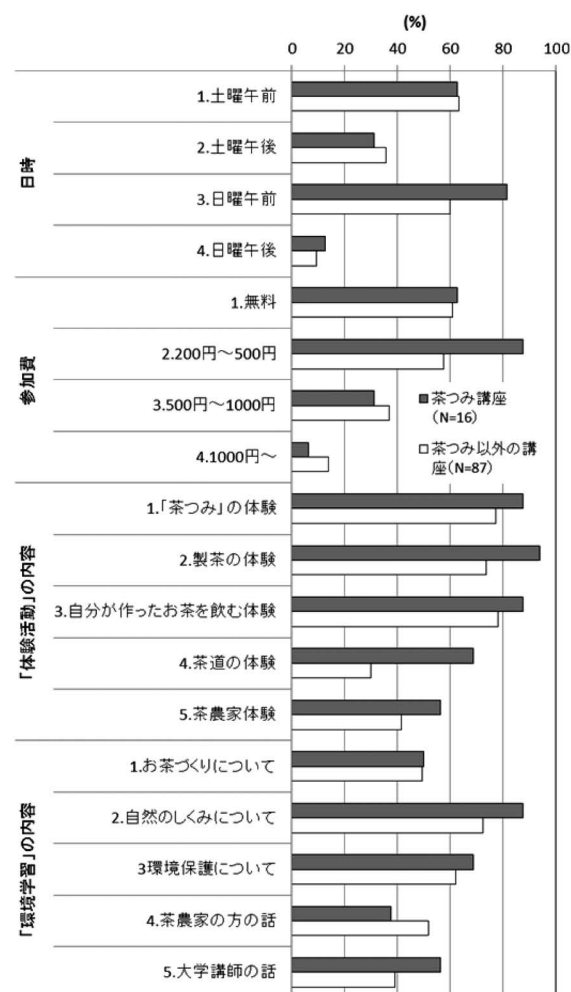


図4 茶つみ環境講座に関するニーズ調査

として茶道の体験や茶農家体験も希望する、環境学習の内容として自然のしくみについてや大学講師の話も希望する、と考える保護者の割合が高い点であった。

2) 狭山茶を活用した複合的な環境教育プログラム構築

ニーズ調査の結果と、茶つみ環境講座へ参加した家庭の保護者に対する調査の結果から鑑みて、都心部から参加者を有償で募ることを想定した場合には以下のような観点からのプログラム構築が必要となろう。①プログラムには必ず茶つみ体験を盛り込む、②茶つみができない時期にも茶農家の仕事体験プログラムを開発し組み合わせる、③茶道体験と組み合わせる、④社会学・生態学的な解説や成分分析に基づく効果的な飲み方など大学における研究知見を盛り込む、⑤茶つみ講座と他の植物の暮らしの講座などを組み合わせる、といった複合的なプログラムの構築が、都心部における狭山茶ブランドに対する認知度向上を導く一助として有効と考えられる。

4. ま と め

狭山茶は経済的な生産活動が可能な北限の地で栽培しているため、他の生産地が年三回の収穫を行っているところを年二回しか行えず流通量は少ない（荒茶生産量は全国第14位⁸⁾）。緑茶の消費量は平成16年をピークに減少傾向にあり⁹⁾、その上、原発事故の風評被害も加わり、消費量の拡大に向けて対策を立てる必要性が迫られている。

狭山茶の生産地では、自家の茶園で栽培した茶葉を自家の茶工場で製造加工し自家の店舗で販売するという、生産から販売に至るまで「自園・自製・自販」の形態をとる。この事が、これらの工程が分業化されている他の大規模生産地とは異なり、狭山茶生産システムの大きな特徴になっている。

本プロジェクトは茶園における親子向け体験型環境学習プログラムの実施を提案しているが、この中において狭山茶が持つ他の産地ブランド茶にはない特性を示すことにより自店舗での販売につなげ、販路拡大に向けて貢献できると考えている。アンケートによるニーズ調査結果から、都心から人を集めるためのプログラム内容としては茶摘みが有効であると考えた。これまでも狭山での茶摘みをプログラム化した取り組みはあったものの、自治体からの助成により無料で参加できることが申し込みの大きな理由の一つになっていた。そこで、その様な助成に頼らず有償でも参加してもらえる条件を設定する必要があるが、参加費500～1000円で日曜日の午前開催というニーズが多いことが分かった。また、農作業体験だけでなく学術的な環境学習も希望していることから、狭山茶が日本三大茶として位置づけられる歴史的背景とその成分特性について説明する内容を加え、複合的な環境学習プログラムにする。成分特性としては、三大茶の中でカテキン類が最も多く、味は濃厚であり、薬理効果としての期待が高いお茶であること

を挙げることができる。その効果を更に高めるための新しい煎茶の作り方として130℃での加圧熱水抽出をさせることで、渋さを抑制しつつ薬理効果は維持されたままの機能性茶を提供することも可能である。

謝 辞

本研究は東和食品研究振興会助成金の支援を得て、その一環として行われました。記して深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 桑野和民, 酒巻千波, 三田村敏男: 市販緑茶の地域特性について. 日本家政学会誌, **40**(3), 217-220 (1989).
- 2) 茶の入れ方研究会: 茶のいれかたの検討. 茶業研究報告, **40**, 58-66 (1973).
- 3) 池田壽文, 宮本康司, 二川正浩, 藤森文啓, 吉原富子, 井上宮雄: 狭山茶の新規機能性開発を目指した探索的研究 (第1報). 東京家政大学生生活科学研究部研究報告, **37**, 103-107 (2014).
- 4) 堀江秀樹, 木幡勝則: 茶の味成分に関する新たな検討. 日本味と匂学会誌, **6**, 665-668 (1999).
- 5) Hayashi, N., Ujihara, T. and Kohata, K.: Reduction of catechin astringency by the complexation of gallate-type catechins with pectin. *Biosci. Biotech. Biochem.*, **69**, 1306-1310 (2005).
- 6) 石井剛志: 茶カテキン類の安定性の向上を目指した凝集・沈殿反応の解析. 東洋食品研究所研究報告書, **29**, 183-189 (2013).
- 7) 高橋洋介: 茶抽出物の抗酸化効果と食品工業への有効利用. 月刊フードケミカル, **6**, 29-34 (2004).
- 8) 農林水産省 HP: 作況調査 平成25年産茶生産量 (主産県). http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html
- 9) 茶ガイド HP: 茶類の国内消費量の推移. <http://www.zennoh.or.jp/bu/nousan/tea/seisan01b.htm>