研究ノート

蒸し度の異なる煎茶（荒茶）における水溶性ペクチンと カテキン類の含量分析

廣野久子^{1*}, 後藤昇一², 相羽信弥²

¹ 農研機構果樹茶業研究部門

² 遠州夢咲農業協同組合

A Study on the Contents of Water-soluble Pectin and Catechins in Sen-cha (Unrefined Tea) of Different Degrees of Steaming

Hisako Hirono^{1*}, Shouichi Goto² and Shinya Aiba²

¹ Institute of Fruit Tree and Tea Science, NARO, 2769 Kanayashishidoi, Shimada, Shizuoka 428-8501

² Enshu Yumesaki Agricultural Cooperative, 1057-3 Wada, Kikugawa, Shizuoka 439-0004

We clarified the contents of water-soluble pectin and catechins, and their degree of infusion under actual drinking conditions of deep-steamed tea and normally-steamed tea, using unrefined tea (Sen-cha) from the marketplace in Shizuoka Prefecture. Results showed that deep-steamed tea had a higher water-soluble pectin content in the tea leaves than normal-steamed tea, as well as a higher infusion rate and higher infusion in the second decoction. The total infusion rate of pectin in the first and second decoctions was more than twice as high for deep-steamed tea (34 %) than normal-steamed tea (16 %). On the other hand, the content of catechins in normal-steamed tea leaves was higher than that in deep-steamed tea leaves. The infusion rate of the first decoction was higher in normal-steamed tea, and that of the second decoction was higher in deep-steamed tea, though compared to pectin, the difference between the deep- and normal-steamed teas was small. The total infusion rate of catechins in the first and second decoctions was around 44 % for both deep- and normal-steamed teas. The proportion of water-soluble pectin content to catechins content was higher in deep-steamed tea, and the difference between deep- and normal-steamed teas was greater in the following order: in tea leaves < in the first decoction < in the second decoction.

(Received Dec. 25, 2019 ; Accepted Mar. 25, 2020)

Keywords : degree of steaming, water-soluble pectin, catechins

キーワード : 蒸し度, 水溶性ペクチン, カテキン類

現在, 一般に流通している煎茶は, 大きく深蒸し茶と普通蒸し茶に大別される。深蒸し茶は, 普通蒸し茶よりも蒸し時間を2-3倍以上長くした煎茶であり, 茶の渋味の緩和法として1960年中期から1970年にかけて製法が確立された¹⁾。呈味に関与すると考えられるカテキン類や遊離アミノ酸類, カフェイン等主要化学成分の含量は蒸し時間を変えても大きく変動しないが, 水溶性ペクチンの含量は蒸し時間を長くすることで増加する²⁾³⁾ことが以前より報告されてきた。その後, ガレート型カテキンの渋味はペクチン(カンキツ由来)との複合体形成により抑制される⁴⁾, 茶の渋味は浸出液の水溶性ペクチン含量が多いほど弱くなる⁵⁾, といった報告がなされ, 未だ直接的には証明されていないものの, 茶において水溶性ペクチンには渋味抑制効果があると期待される。

蒸し時間を長くすることで, β 脱離反応により水溶性ペクチン含量が増えるということは既知の事実である²⁾³⁾⁵⁾⁷⁾が, これまで, 実際に流通している深蒸し茶と普通蒸し茶との間に水溶性ペクチン含量にどの程度の差があるのか調査された例はない。今回, 一般市場から蒸し度の異なる煎茶(荒茶)を収集し, それらの茶の水溶性ペクチン含量の差異を調べた。また併せて, 渋味の主要因と考えられているカテキン類の含量についても同様に調べた。さらに, 実際の飲用条件を想定した浸出液中には, それらの成分がどの程度含まれているのかについて調べたので報告する。

1. 実験方法

(1) 供試材料

2017年および2018年産の静岡県内の各茶産地の一番茶の煎茶(荒茶, 品種は‘やぶきた’)を収集した。荒茶価格

¹ 〒428-8501 静岡県島田市金谷猪土居 2769, ² 〒439-0004 静岡県菊川市和田 1057-3

*連絡先 (Corresponding author), hhisako@affrc.go.jp

3000 円/kg 前後で統一し、各生産者の提示に従い、深蒸し茶と普通蒸し茶の2グループに分類した。2017 年産は深蒸し茶 11 点、普通蒸し茶 5 点、2018 年産は深蒸し茶 12 点、普通蒸し茶 4 点であった。

また、蒸し時間による比較試験を行うため、2019 年一番茶期の5月7日、5月8日に、菊川市倉沢で摘採した茶葉（品種は‘やぶきた’）を用いて煎茶（荒茶）を製造した。送带式蒸機（（株）寺田製作所）を用いて蒸し時間別（50, 100, 150, 200, 250, 300 秒）に蒸した後、各々 2K 機（（株）カワサキ機工）を用いて標準製茶法により製造した。

(2) クロロフィルのフェオフィチンへの変化率の測定

供試茶は、生産者により深蒸し茶と普通蒸し茶とに分類して提示されたが、異なる原葉、産地間での実際の蒸し度の指標として、クロロフィルのフェオフィチンへの変化率（以後、フェオフィチンへの変化率）を用いた。測定は、抽出時間を 6-24 時間としたこと以外は既報⁹⁾の手順に従い、分光光度計（UV-1800 UV-VIS, 島津製作所）を用いて行った。

(3) 茶浸出液の調製

<1 煎目> 急須（ステンレス製平網茶こし付き）を用い、茶葉 5.0 g に 80℃ 蒸留水 150 mL を注ぎ、注ぎ終えた後、深蒸し茶は 40 秒間、普通蒸し茶は 60 秒間室温で静置した。一般的に、深蒸し茶は茶葉が細かく普通蒸し茶よりも成分が溶出しやすいため、浸出時間は短く設定されることが多い。なお、蒸し時間による比較試験においては、すべて 60 秒間の浸出で統一した。所定の時間浸出した後、深蒸し茶、普通蒸し茶ともに 20 秒間かけて茶を受ける容器に注いだ。さらに、20 秒間かけて急須を何回か振りながら茶を注ぎ切った。

<2 煎目> 1 煎目を注ぎ切った後の急須に 80℃ 蒸留水 150 mL を注ぎ、注ぎ終えた後、深蒸し茶、普通蒸し茶ともに 10 秒間室温で静置した。蒸し時間による比較試験においても、すべて 10 秒間の浸出とした。浸出後、20 秒間かけて茶を受ける容器に注ぎ、さらに、20 秒間かけて急須を何回か振りながら茶を注ぎ切った。

1 煎目、2 煎目ともに、浸出液は氷浴にて急冷した。

(4) 茶葉および茶浸出液中水溶性ペクチン含量の測定

茶葉中については既報⁷⁾の手順に従い、浸出液中については既報⁸⁾の手順に従い、水溶性ペクチン含量を測定した。

(5) 茶葉および茶浸出液中カテキン類含量の測定⁹⁾

既報⁵⁾⁹⁾を改変して以下の手順で行った。茶葉については、粉碎した茶葉 0.10 g に内部標準液（カテコール 0.40 g とアスコルビン酸 0.70 g を超純水で 100 mL に定容したもの）の 1.0 mL を加え、これに超純水：アセトニトリル=1：1 (v/v) 溶液を 10 mL 加えて超音波に 15 分かけた。攪拌後、上清を適宜超純水で希釈して 0.45 mm フィルターでろ過した後 HPLC（島津製作所 LC-10Avp）法で分析した。HPLC の分析条件は次の通りである。カラム：Cadenza

CD-C18（3 μ m, 150 $\times$ 4.6 mm, ガードカートリッジ併用）（インタクト）、カラムオーブン：40℃、移動相 A：リン酸 0.25% 水溶液、移動相 B：メタノール：アセトニトリル=3：2 (v：v)、流速：1.0 mL/min、グラジエント：[0-7 分] 移動相 B=15%、[7-28 分] 移動相 B を 50% まで直線的にグラジエント、[28-40 分] 移動相 B=15%、UV 検出器の検出波長：210 nm、注入量 5 μ L。浸出液については、浸出液 2.0 mL に、茶葉中カテキン類含量測定時の内部標準液を 10 倍希釈したもの 1.0 mL を加え、これを適宜超純水で希釈して 0.45 mm フィルターでろ過した後、上記と同様に HPLC 法で分析した。

カテキンは、(-)-エピカテキン (EC)、(-)-エピカテキンガラート (ECg)、(-)-エピガロカテキン (EGC)、(-)-エピガロカテキンガラート (EGCg) の 4 種について定量し、これらを合計したものを総カテキン類 (Total) 含量として示した。

(6) 統計処理

表 3、表 6 について、二元配置分散分析を統計解析ソフト R で行った。図 1、図 2 について、Tukey の多重比較検定をエクセル統計（社会情報サービス）により行った。

2. 実験結果および考察

(1) クロロフィルのフェオフィチンへの変化率

茶葉は、荒茶製造の最初の工程である蒸し工程中の加熱により、クロロフィルがフェオフィチンに変化することでその色相が緑色系から黄色系へと変化する⁶⁾¹⁰⁾。荒茶におけるフェオフィチンへの変化率は、蒸し時間と高い正の相関関係を示すことが知られている⁶⁾。

2017 年および 2018 年の供試茶各々 16 点についてフェオフィチンへの変化率を計測した結果、深蒸し、普通蒸しの分類はフェオフィチンへの変化率の高低とよく一致しており、両年とも深蒸し茶の方が普通蒸し茶よりも平均値が高かった（表 1）。

(2) 茶葉中水溶性ペクチン含量

2017 年および 2018 年の供試茶各々 16 点についての茶葉中水溶性ペクチン含量の分析結果を、蒸し度別に表 2 に示した。茶葉中水溶性ペクチン含量は深蒸しの方が有意に多く（表 3）、両年ともフェオフィチンへの変化率と高い正の相関を示した（表 4）。これより、一番茶期の茶葉中水溶

表 1 クロロフィルのフェオフィチンへの変化率
(2017 年は深蒸し 11 点、普通蒸し 5 点、2018 年は深蒸し 12 点、普通蒸し 4 点、値は各々平均値 $\pm$ 標準偏差)

年	蒸し度	フェオフィチンへの変化率 (%)
2017	深蒸し	64 $\pm$ 7
	普通蒸し	43 $\pm$ 3
2018	深蒸し	54 $\pm$ 5
	普通蒸し	39 $\pm$ 4

表 2 茶葉中水溶性ペクチン含量, 浸出液中ペクチン含量およびペクチン浸出率
(2017 年は深蒸し 11 点, 普通蒸し 5 点, 2018 年は深蒸し 12 点, 普通蒸し 4 点, 値は各々平均値±標準偏差)

年	蒸し度	茶葉中水溶性ペクチン 含量 (g/100gDW)	浸出液中ペクチン含量 (mg/L)		ペクチン浸出率 (%)	
			1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
2017	深蒸し	1.0±0.1	42±9	56±14	11±2	17±3
	普通蒸し	0.92±0.05	27±5	22±7	8.3±1.5	7.2±2.0
2018	深蒸し	1.1±0.1	59±13	82±13	15±4	24±3
	普通蒸し	0.80±0.03	25±5	20±4	9.0±1.8	7.7±1.7

表 3 水溶性ペクチンの茶葉中含量, 浸出液中含量および浸出率についての分散分析

要因	自由度	F 値				
		茶葉中 水溶性ペクチン含量	浸出液中ペクチン含量		ペクチン浸出率	
			1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
蒸し度	1	36**	37**	104**	18**	114**
年	1	0.44	11**	20**	13**	28**
蒸し度×年	1	5.0*	5.3*	9.3**	3.0	9.2**
残差	28					

** 有意水準 1%

* 有意水準 5%

表 4 クロロフィルのフェオフィチンへの変化率と茶葉中水溶性ペクチン含量,
浸出液中ペクチン含量およびペクチン浸出率との相関関係

	年	茶葉中 水溶性ペクチン含量	浸出液中ペクチン含量		ペクチン浸出率	
			1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
フェオフィチンへの変化率	2017	0.79**	0.65**	0.73**	0.48	0.70**
との相関係数 (r)	2018	0.81**	0.80**	0.87**	0.65**	0.83**

** 有意水準 1%

性ペクチン含量は, 原葉に関わらず蒸しの程度によって大きく変動し, 蒸し度が進むほど含量が増加する, つまり, 熟度や栽培環境条件以上に蒸しという加熱処理条件に左右されるという結果が示された。

(3) 茶浸出液中ペクチン含量とペクチン浸出率

2017 年および 2018 年の供試茶各々 16 点についての浸出液中ペクチン含量の分析結果を, 蒸し度別に表 2 に示した。1 煎目の浸出液中ペクチン含量は, 深蒸しの方が浸出時間が 20 秒短いにも関わらず, 有意に多かった (表 3)。また 2 煎目の浸出含量は, 深蒸しでは 1 煎目よりも多くなったのに対し, 普通蒸しでは 1 煎目よりも少なくなり, 深蒸しと普通蒸しとの含量差がより大きくなった (表 3)。また, 茶葉 5.0 g, 80℃ 水 150 mL を用いて浸出した際に, 茶葉中に存在する水溶性ペクチンが浸出液 (深蒸しでは 1 煎目が平均 126 mL, 2 煎目が同 143 mL, 普通蒸しでは 1 煎目が平均 135 mL, 2 煎目が同 145 mL) 中に浸出した割合をペクチン浸出率とし, 蒸し度別に表 2 に示した。蒸し度による違いは, 浸出液中含量と同様の傾向を示した。すなわち, 1 煎目, 2 煎目ともに深蒸しの方が有意に浸出率が

高く, 2 煎目では深蒸しと普通蒸しとの差がより大きくなった (表 3)。普通蒸しでは, 茶葉が深蒸しのように細くないため, 1 煎目で時間をかけて浸出した後の 2 煎目では浸出率が低下したと考えられる。浸出液中ペクチン含量およびペクチン浸出率は, 両年とも各々フェオフィチンへの変化率と高い正の相関を示し, 特に 2 煎目においては 1 煎目以上に高い正の相関を示した (表 4)。これらより, 蒸し度が進むほど茶葉中の水溶性ペクチン含量が高まるだけでなく, その浸出率が高まり, 2 煎目ではさらに高まることになった。1 煎目, 2 煎目の合計浸出率について 2 年間で平均してみると, 深蒸しが 34%, 普通蒸しが 16% と 2 倍強の差があった。ペクチンの浸出率について, 過去の報告⁵⁾では蒸し時間による差がないという今回とは異なった結果となっているが, 今回よりも設定した蒸し時間の幅が狭いこと, 茶の浸出条件が一般的な飲用条件と異なることが要因と考えられる。

(4) 茶葉中カテキン類含量

2017 年および 2018 年の供試茶各々 16 点についての茶葉中カテキン類含量の分析結果を, 蒸し度別に表 5 に示し

表 5 茶葉中カテキン類含量, 浸出液中カテキン類含量およびカテキン類浸出率
(2017 年は深蒸し 11 点, 普通蒸し 5 点, 2018 年は深蒸し 12 点, 普通蒸し 4 点, 値は各々平均値±標準偏差)

		茶葉中カテキン類含量 (g/100 g DW)					浸出液中カテキン類含量 (g/L)		カテキン類浸出率 (%)	
		EC	ECg	EGC	EGCg	Total	Total		Total	
							1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
2017 年	深蒸し	0.83±0.04	1.4±0.1	3.4±0.2	6.4±0.4	12.0±0.4	0.82±0.05	0.79±0.13	20±1	21±3
	普通蒸し	0.77±0.05	1.5±0.2	3.1±0.4	7.4±0.6	12.8±0.4	1.1±0.1	0.71±0.02	26±2	18±1
2018 年	深蒸し	0.89±0.04	1.0±0.1	3.3±0.2	5.2±0.4	10.4±0.4	0.86±0.11	0.79±0.11	24±2	24±3
	普通蒸し	0.91±0.04	1.2±0.2	3.4±0.4	6.3±0.8	11.8±0.6	0.98±0.12	0.65±0.10	25±2	18±2

表 6 カテキン類の茶葉中含量, 浸出液中含量および浸出率についての分散分析

要因	自由度	F 値							
		茶葉中カテキン類含量					浸出液中カテキン類含量		カテキン類浸出率
		EC	ECg	EGC	EGCg	Total	Total		Total
							1 煎目	2 煎目	1 煎目 2 煎目
蒸し度	1	2.4	12**	0.46	33**	42**	27**	6.6*	24** 17**
年	1	29**	62**	0.10	53**	83**	0.010	0.29	13** 3.6
蒸し度×年	1	4.4*	0.46	2.0	0.010	1.9	3.3	0.43	6.4* 1.6
残差	28								

** 有意水準 1%

* 有意水準 5%

表 7 クロロフィルのフェオフィチンへの変化率と茶葉中総カテキン類含量,
浸出液中総カテキン類含量および総カテキン類浸出率との相関関係

	年	茶葉中 総カテキン類含量	浸出液中 総カテキン類含量		総カテキン類浸出率	
			1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
フェオフィチンへの変化率	2017	-0.64**	-0.74**	0.01	-0.73**	0.16
との相関係数 (r)	2018	-0.72**	-0.35	0.34	-0.22	0.52*

** 有意水準 1%

* 有意水準 5%

た。総カテキン類含量は普通蒸しの方が有意に多く (表 6), 両年ともフェオフィチンへの変化率と高い負の相関を示した (表 7)。つまり, 蒸し度が進むほど総カテキン類含量が減少した。これには原葉の熟度の違いが関与していると考えられた。茶葉中カテキン類含量は, 熟度の進行に伴い ECg や EGCg は減少し, EGC は逆に増加する傾向のあることが報告されている¹⁰⁾。今回の茶葉中カテキン類の内訳をみると, ECg や EGCg の含量は蒸し度による差があり, 普通蒸しの方が深蒸しよりも有意に多く, EC や EGC の含量には蒸し度による差がなかった (表 6)。EGC には差が認められなかったものの, ECg や EGCg, そして総カテキン類の含量差は, 深蒸しには普通蒸しよりも熟度の進んだ原葉が用いられたことに起因しているのではないかと推測された。

(5) 茶浸出液中カテキン類含量とカテキン類浸出率

2017 年および 2018 年の供試茶各々 16 点についての浸出液中総カテキン類含量の分析結果を, 蒸し度別に表 5 に示した。1 煎目の浸出液中総カテキン類含量は, 普通蒸しの方が浸出時間が 20 秒長く, 有意に多かった (表 6)。一方 2 煎目は, 普通蒸しは深蒸しと比べて 1 煎目から浸出含量が大きく低下しており, 深蒸しの方が有意に多かった (表 6)。個々のカテキンについても同様の傾向が示された (Supplementary Information, 表 S1, S2)。浸出液中のカテキン類の組成 (表 S1) は, 過去の報告¹²⁾と同様に, 茶葉中と比べてガレート型である ECg, EGCg の割合が減少し, 非ガレート型である EC, EGC の割合が増加したが, 蒸し度による大きな違いはみられなかった。またペクチンの場合と同様に, 茶葉中の総カテキン類が浸出液中に浸出

図 1 蒸し時間による水溶性ペクチンの茶葉中含量 i), 浸出液中含量 ii) および浸出率 iii) の変動
1 煎目, 2 煎目各々について異なる文字間で有意差あり (有意水準 5%)

した割合を総カテキン類浸出率とし, 蒸し度別に表 5 に示した。蒸し度による違いは浸出液中含量と同様の傾向を示し, 1 煎目は普通蒸しの方が, 2 煎目は深蒸しの方が有意に高かった (表 6)。浸出液中総カテキン類含量および総カテキン類浸出率について, フェオフィチンへの変化率との相関関係をみると, 1 煎目については兩年とも各々負の相関を示し, 2 煎目については, 2018 年の総カテキン類浸出率との間で高い正の相関を示した (表 7)。これらより, 1 煎目ではより時間をかけて浸出させる普通蒸しの方がカテキン類の浸出率が高いが, 逆に 2 煎目では, 1 煎目と同程度の浸出率を保つ深蒸しの方が浸出率が高いことが明らかになった。総カテキン類の 1 煎目, 2 煎目の合計浸出率について 2 年間で平均してみると, 深蒸しが 45%, 普通蒸し

が 44% と差がなかった。

(6) 蒸し時間による水溶性ペクチンおよびカテキン類の変動

上記では, 異なる原葉, および異なる浸出条件での成分比較であったが, 蒸し時間のみによる相違をみるため, 次に, 同一原葉を用いて蒸し時間別に製造した煎茶 (荒茶) についての含量分析を行った。製造は 2 日に分けて 2 反復行い, 分析値はそれらの平均値±標準偏差で示した。浸出液は浸出時間をすべて揃えて調製した。蒸し時間 50, 100, 150, 200, 250, 300 秒におけるフェオフィチンへの変化率は, 各々, 38 ± 2 , 41 ± 1 , 52 ± 4 , 59 ± 2 , 68 ± 2 , $73 \pm 2\%$ であり, 蒸し時間依存的に増加した。水溶性ペクチンは, 茶葉中含量, 浸出液中含量および浸出率 (1 煎目, 2 煎目) の

図 2 蒸し時間による総カテキン類の茶葉中含量 i), 浸出液中含量 ii) および浸出率 iii) の変動
1 煎目, 2 煎目各々について異なる文字間で有意差あり (有意水準 5%)

いずれも, 蒸し時間依存的に増加した (図 1 の i) ii) iii)). 2 煎目については, 蒸し時間 100 秒までは 1 煎目よりも浸出液中含量, 浸出率が小さかったが, 150 秒以上になると 1 煎目の含量, 浸出率を大きく上回っており, 1 煎目よりも蒸し時間による差が大きくなった. 深蒸し, 普通蒸しの結果 (表 2) は, 浸出時間を揃えた蒸し時間別のこの結果をよく反映していた. また, ペクチンについて深蒸し, 普通蒸しの結果 (表 2) と蒸し時間別の結果 (図 1) を比較すると, 蒸し時間別と深蒸しとでは 1 煎目の浸出時間が異なるものの, 深蒸しの 2 年間の平均値 (茶葉中含量は乾物重 100 g 当たり 1.0 g, 1 煎目, 2 煎目の浸出液中含量は 1 L 当たり各々 51 mg, 69 mg, 1 煎目, 2 煎目の浸出率は各々 13%, 20%) は蒸し時間別の 300 秒蒸し, 普通蒸しの 2 年間の平

均値 (茶葉中含量は乾物重 100 g 当たり 0.86 g, 1 煎目, 2 煎目の浸出液中含量は 1 L 当たり各々 26 mg, 21 mg, 1 煎目, 2 煎目の浸出率は各々 8.7%, 7.4%) は蒸し時間別の 100 秒蒸しの値に近いものであった. これまでに, 荒茶の水溶性ペクチン含量について, 今回ほど蒸し時間を長く設定して製造されたものについての報告はなく, 今回新たに, 実際に流通している深蒸し茶の含量に相当する蒸し時間における変化が明らかとなった.

総カテキン類は, 同一原葉を用いているため蒸し時間による茶葉中含量の有意な差はなかった (図 2 の i)). 浸出液中含量および浸出率については, 1 煎目は蒸し時間による差がなかったが, 2 煎目については蒸し時間の増加によって増加する傾向がみられた (図 2 の ii) iii)). 浸出時間を

揃えたこの結果から、カテキン類は、1 煎目では蒸し時間によらず一定量が浸出されるが、2 煎目では蒸し時間が長い方が浸出されやすい傾向にあるといえた。深蒸し、普通蒸しの結果 (表 5) は、1 煎目については原葉や浸出時間の違いが大きく反映したと考えられるが、2 煎目については蒸し時間別のこの結果が反映されていた。なお、深蒸し、普通蒸しの茶葉中カテキン類含量 (表 5) の差異は、原葉の熟度の違いによるものと推察したが、水溶性ペクチンについては、熟度の進行に伴い増加する傾向のあることが報告されている¹¹⁾。しかし、一番茶の初期から中期にかけての熟度による増加程度はカテキン類の変動と比べるとわずかであり、また深蒸し、普通蒸しでのペクチン含量の差異が、原葉を統一した蒸し時間別の結果とよく一致していたことから、蒸し度による影響が強く出たものと考えられる。

(7) ペクチンとカテキン類の浸出バランス

以上の蒸し時間別の結果より、蒸し時間によってペクチンとカテキン類の浸出バランスが異なることが明らかになった。1 煎目では、蒸しの程度によらずカテキン類がほぼ一定量浸出するなかで、ペクチンは蒸し時間が長いほど浸出量が多くなった。2 煎目では、蒸し時間が長いほどカテキン類が浸出されやすくなったが、ペクチンもそれに伴い大幅に浸出量が増加した。

今回供試した深蒸し茶、普通蒸し茶においては、原葉がすべて異なっており、また 1 煎目の浸出時間をそれぞれの飲用に適した条件に合わせて変えた。それでも、1 煎目のカテキン類の浸出量が普通蒸し茶の方が多いという結果以外は、蒸し時間別の結果を反映していた。供試した深蒸し茶、普通蒸し茶について、茶葉中および浸出液中におけるカテキン類含量に対する水溶性ペクチン含量の割合を各々 2 年間の平均値を用いて求めると、深蒸し茶は普通蒸し茶の 1.3 倍、2.4 倍、2.8 倍 (各々茶葉中、浸出液中 1 煎目、浸出液中 2 煎目) であった。前述したように、深蒸しにすることで茶葉中の水溶性ペクチン含量が増加するだけでなく、その浸出率が高まった。我々は以前、茶葉中に存在する水溶性ペクチンのうち、浸出液には高分子域のペクチンが浸出し、低分子域のペクチンは浸出し難いこと、そして、蒸し時間の増加に伴い、浸出液中の高分子域ペクチン含量が増加することを明らかにしている⁸⁾。深蒸しにして茶葉の形態が細くなったことで、茶葉中の高分子ペクチンの浸出性が高まったと考えられる。

普通蒸し茶は渋味が強くてさっぱりした味わいなのに対し、深蒸し茶は渋味が抑制されたまろやかな味わいである¹⁾といわれるが、今回、それらの呈味に寄与すると考えられるこれら 2 成分の浸出バランスが明らかになった。今後さらに、茶浸出液におけるペクチンの直接的な渋味抑制効果について明らかにする必要がある。

3. 要 約

一般に流通している深蒸し茶と普通蒸し茶の水溶性ペク

チンおよびカテキン類について、静岡県内の各産地の一番茶の荒茶を用い、含量の差異および実際の飲用条件におけるそれらの成分の浸出の程度を明らかにした。深蒸し茶は普通蒸し茶と比較して、茶葉中の水溶性ペクチン含量が高いだけでなく、その浸出率が高く、2 煎目ではさらに高まることが明らかになった。1 煎目、2 煎目のペクチンの合計浸出率は、深蒸し茶が 34%、普通蒸し茶が 16% と 2 倍強の差があった。一方、カテキン類の茶葉中含量は普通蒸し茶の方が多く、1 煎目の浸出率は普通蒸し茶の方が、2 煎目の浸出率は深蒸し茶の方が高いという結果であったが、ペクチンと比べると、深蒸し茶、普通蒸し茶の差は小さいものであった。1 煎目、2 煎目のカテキン類の合計浸出率は、深蒸し茶、普通蒸し茶ともに 44% 前後で差がなかった。カテキン類含量に対する水溶性ペクチン含量の割合が、深蒸し茶の方が普通蒸し茶よりも高く、その差は茶葉中<1 煎目<2 煎目の順に大きくなった。

本研究は、(独)農研機構男女共同参画室による経費補助を受けて行われた。

文 献

- 1) 茶大百科 I (2008). 深蒸し茶の製茶法. 農文協, 693.
 - 2) 高柳博次, 阿南豊正, 池ヶ谷賢次郎 (1987). 蒸し度の差異による製茶の理化学的変化. 茶業研究報告, **65**, 81-85.
 - 3) 高柳博次, 阿南豊正, 池ヶ谷賢次郎 (1987). 蒸し度と茶煎汁中の化学成分組成の関係. 茶業研究報告, **65**, 86-92.
 - 4) Hayashi, N., Ujihara, T., and Kohata, K. (2005). Reduction of catechin astringency by the complexation of gallate-type catechins with pectin. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **69**, 1306-1310.
 - 5) 松尾啓史, 林 宣之, 氏原ともみ, 藤田 進, 龍野利宏, 御手洗正文, 梶島芳徳, 豊満幸雄, 木下 統, 谷口知博 (2012). 釜炒り茶と煎茶の渋味の解析. 日本食品科学工学会誌, **59**, 6-16.
 - 6) 大森 薫, 中村晋一郎, 渡辺敏朗, 甲木和也 (1987). 煎茶製造における蒸熱条件の煎茶品質に及ぼす影響. 茶業研究報告, **65**, 73-80.
 - 7) Hirono, H. and Uesugi, R. (2014). Changes in the content of pectic substances in tea leaves (*Camellia sinensis* L.) during steam processing of green tea. *Food Sci. Technol. Res.*, **20**, 859-865.
 - 8) Hirono, H. (2016). Dynamics of water-soluble pectin during unrefined tea processing: content and molecular weight distribution. *Food Sci. Technol. Res.*, **22**, 297-300.
 - 9) Mizukami, Y., Sawai, Y., and Yamaguchi, Y. (2007). Simultaneous analysis of catechins, gallic acid, strictinin, and purine alkaloids in green tea by using catechol as an internal standard. *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 4957-4964.
 - 10) 西条了康 (1970). 発酵および加熱処理による茶葉クロロフィルの分解. 茶業研究報告, **33**, 66-68.
 - 11) 高柳博次, 阿南豊正, 池ヶ谷賢次郎, 中川致之 (1985). 茶芽の熟度と成分変動. 茶業研究報告, **61**, 20-25.
 - 12) 堀江秀樹, 氏原ともみ, 木幡勝則 (2001). 茶主要成分の茶浸出液への溶出特性. 茶業研究報告, **91**, 29-33.
- (令和元年 12 月 25 日受付, 令和 2 年 3 月 25 日受理)

Supplementary Information

表 S1 浸出液中カテキン類含量
(2017 年は深蒸し 11 点, 普通蒸し 5 点, 2018 年は深蒸し 12 点, 普通蒸し 4 点, 値は各々平均値±標準偏差)

		浸出液中カテキン類含量 (g/L)					
		EC		ECg		EGC	
		1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
2017 年	深蒸し	0.081±0.007	0.071±0.009	0.063±0.007	0.068±0.012	0.35±0.03	0.30±0.04
	普通蒸し	0.097±0.009	0.060±0.006	0.085±0.011	0.061±0.007	0.41±0.06	0.25±0.04
2018 年	深蒸し	0.089±0.008	0.074±0.017	0.059±0.010	0.059±0.011	0.38±0.04	0.32±0.05
	普通蒸し	0.097±0.005	0.062±0.005	0.068±0.017	0.046±0.016	0.42±0.02	0.27±0.01

		浸出液中カテキン類含量 (g/L)			
		EGCg		Total	
		1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
2017 年	深蒸し	0.33±0.03	0.36±0.08	0.82±0.05	0.79±0.13
	普通蒸し	0.47±0.06	0.33±0.03	1.1±0.1	0.71±0.02
2018 年	深蒸し	0.34±0.05	0.34±0.05	0.86±0.11	0.79±0.11
	普通蒸し	0.39±0.10	0.27±0.08	0.98±0.12	0.65±0.10

表 S2 浸出液中カテキン類含量についての分散分析

		F 値									
		EC		ECg		EGC		EGCg		Total	
要因	自由度	1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目	1 煎目	2 煎目
蒸し度	1	17**	5.8*	17**	5.0*	12**	9.3**	21**	2.8	27**	6.6*
年	1	4.5*	0.38	4.7*	6.8*	2.8	1.8	0.92	2.0	0.010	0.29
蒸し度×年	1	1.7	0.00	2.4	0.42	0.79	0.070	3.5	0.72	3.3	0.43
残差	28										

** 有意水準 1%

* 有意水準 5%