

釜炒り茶と煎茶の渋味の解析

誌名	日本食品科学工学会誌
ISSN	1341027X
著者	松尾, 啓史 林, 宣之 氏原, ともみ 藤田, 進 龍野, 利宏 御手洗, 正文 槐島, 芳徳 豊満, 幸雄 木下, 統 谷口, 知博
巻/号	59巻1号
掲載ページ	p. 6-16
発行年月	2012年1月

釜炒り茶と煎茶の渋味の解析

松尾啓史^{1,*}, 林 宣之², 氏原ともみ³, 藤田 進¹, 龍野利宏¹, 御手洗正文⁴,
槐島芳徳⁴, 豊満幸雄⁴, 木下 統⁴, 谷口知博⁴

¹ 宮崎県総合農業試験場茶業支場

² 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所

³ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所

⁴ 国立大学法人宮崎大学

Astringency of Kamairi-cha and Sen-cha

Hirofumi Matsuo^{1,*}, Nobuyuki Hayashi², Tomomi Ujihara³, Susumu Fujita¹, Toshihiro Tatsuno¹, Masafumi Mitarai⁴,
Yoshinori Gejima⁴, Yukio Toyomitsu⁴, Osamu Kinoshita⁴ and Tomohiro Taniguchi⁴

¹ Tea Branch Facility, Miyazaki Prefectural Agricultural Research Institute,
17070 Kawaminami Kawaminami-cho, Miyazaki 889-1301

² National Agriculture and Food Research Organization, National Food Research Institute, 2-1-12 Tsukuba, Ibaraki 305-8642

³ National Agriculture and Food Research Organization, National Institute of Vegetable and Tea Science,
2769 Kanaya, Shimada, Shizuoka 428-8501

⁴ University of Miyazaki, 1-1 Gakuen Kibanadai-nishi, Miyazaki-shi, Miyazaki 889-2192

In the present study, we evaluated the astringencies of infusions of Kamairi-cha and Sen-cha using a taste sensor system. The results obtained using the taste sensor system showed that the astringency of Kamairi-cha was lower than that of Sen-cha and that the astringency of Sen-cha decreased with increasing steaming duration. Both catechin and water-soluble pectin contents were lower in the Kamairi-cha infusion than in the Sen-cha infusion. Moreover, the elution ratio of water-soluble pectin in Kamairi-cha was lower than in Sen-cha. This difference is attributed to the shorter duration of the pressing process for the tea leaves used in the production of Kamairi-cha than for the production of Sen-cha. In contrast, as steaming duration is increased, the water-soluble pectin content in the tea leaves increases. However, water-soluble pectin content did not demonstrate an upward trend during post-steaming drying at a constant rate. Based on these results, we surmised that the water-soluble pectin content in tea leaves increases when leaves are heated to approximately 90–100°C. The results of multiple linear regression analysis of the obtained data showed that astringency was related to the catechin and water-soluble pectin content in the tea infusion and astringency increased as content of catechins increased and content of water-soluble pectin decreased. (Received Aug. 12, 2011; Accepted Sep. 25, 2011)

Keywords : astringency, a taste sensor system, Kamairi-cha, catechin, water-soluble pectin

キーワード : 渋味, 味覚センサー, 釜炒り茶, カテキン, 水溶性ペクチン

渋味は, うま味や苦味, 甘味とともに緑茶の呈味構造を構成する重要な要素であり¹⁾, 緑茶の種類や製法の特徴を説明するために使われることも多い. 例えば釜炒り茶は, 茶葉を釜で炒ることにより酸化酵素を不活性化して作る緑茶であるが²⁾, その滋味は煎茶と比べて渋味が少なく, さっぱりとしていて喉ごしが良いとされている^{3,4)}. また, 普通煎茶よりも蒸熱時間を2~3倍長くした深蒸し茶では, 渋味

が少なくなると言われている⁴⁾.

渋味と成分組成の関係を解明するために, これまで茶葉や浸出液に対して多くの分析や調査が行われてきた. 例えば, 緑茶の渋味は主としてタンニン, 特にカテキンによるものであること⁵⁾, 釜炒り茶が煎茶よりも渋くないのは浸出液のカテキン含有量が少ないからであること⁶⁾, 多糖類が渋味を緩和している可能性があること⁷⁾ などである. しかしこれらの研究における渋味程度の評価は成分の絶対量からの推測である場合も多く, 成分間の滋味の増強あるいは抑制効果などを加味した評価などが困難であったり, 官能審査で行う場合にも客観性に課題があるのが現状であり, 数

¹ 〒889-1301 宮崎県児湯郡川南町大字川南 17070

² 〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12

³ 〒428-8501 静岡県島田市金谷猪土居 2769

⁴ 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1

* 連絡先 (Corresponding author) matsuo-hirofumi@pref.miyazaki.lg.jp

値化された客観性の高い評価手段の開発が望まれてきた。

これに対して近年、酸味、塩味、苦味、うま味そして渋味に対して人の舌が滋味を感じるのと同様に応答する味覚センサーが開発され⁸⁾⁹⁾、この装置を用いた緑茶の渋味やうま味の客観的評価法が確立された¹⁰⁾¹¹⁾。そこで本研究では、釜炒り茶と煎茶について味覚センサーを用いた渋味の比較を行うとともに、渋味に関与する成分であるカテキンならびに渋味を緩和する効果があると考えられているペクチン^{7) 12)13)}についても分析を行い考察した結果、若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 試料の調製

(1) 釜炒り茶と煎茶の渋味評価およびカテキン、水溶性ペクチン含有量の測定

実験には宮崎県総合農業試験場茶業支場内ほ場の‘やぶきた’成園 (20a) を 2009 年の各茶期ごとに 2 分割し、このうち 10a から摘採される茶葉を用いて釜炒り茶を、残り 10a から摘採される茶葉を用いて煎茶を製造し供試した。供試した茶葉の原葉特性と摘採日を表 1 に示す。

釜炒り茶と煎茶の実験区と各実験区における製茶ライン構成は表 2 のとおりである。茶種の違いに加えライン構成の違いが渋味へ与える影響を調査するために、釜炒り茶では生産現場で普及している代表的な 3 種類 (実験区 1~3) のライン構成に加え、揉捻工程を他の 2 倍にあたる 50 分間実施するライン (実験区 4) を加えた 4 種類を、煎茶は蒸熱時間を変えた 3 種類 (実験区 5~7) のラインの合計 7 種類のライン構成で、標準製茶法により荒茶にまでそれぞれ 3 反復ずつ製造した。また、それぞれの製茶ラインを構成する工程ごとに工程終了後の茶葉を採取し、50℃で 4 時間風乾し試料とした。製造した荒茶および各工程終了後に採取し風乾した茶葉は -30℃で保存した。なお荒茶については、標準審査法による審査を 3 人の審査員により実施し、製造ミスによる欠点がないことを確認した上で実験へ供試した。

(2) 炒り葉工程における円筒釜の加熱温度の違いが茶葉の水溶性ペクチン含有量へ及ぼす影響

実験には宮崎県総合農業試験場茶業支場内ほ場で 2011 年 6 月 17 日に採取された‘やぶきた’を用いた。供試した茶葉の原葉特性を表 1 に示す。この茶葉を用いて炒り葉機

表 1 供試した茶葉の原葉特性

年	摘採日	品種	茶種	含水率 (%d.b.)	出開き度 (%)	芽長 (cm)	葉数 (枚)	百芽重 (g)
2009	4月28日	やぶきた	釜炒り茶	363.1	35.2	8.8	3.2	60.0
	4月29日		煎茶	350.4	39.9	8.4	2.9	61.2
	6月11日		煎茶	363.2	44.3	9.1	3.3	57.6
	6月12日		釜炒り茶	358.3	48.3	9.7	3.6	61.3
	7月16日		釜炒り茶	314.7	63.6	8.3	4.2	53.3
	7月17日		煎茶	320.5	57.8	8.4	3.9	48.8
2011	6月17日	やぶきた	-	386.5	21.3	9.1	3.4	60.2

表 2 実験区と各実験区における製茶ラインの構成

茶種	実験区	炒り葉機 ^{a)} (120K) ^{b)}	粗揉 (KS-35)	揉捻 (J-35)	中揉 (C-35)	第一水乾 (80K)	第二水乾 (50K)	乾燥 (ND-120)
釜炒り茶	1	12分 ^{c)}	15分	25分	40分	×	25分	30分
	2		×		×			
	3		×		×			
	4		50分		×			
茶種	実験区	蒸熱 (TM-300)	粗揉 (KS-35)	揉捻 (J-35)	中揉 (C-35)	精揉 (HSA-60)	乾燥 (ND-120)	
煎茶	5	30秒	50分	25分	40分	60分	30分	
	6	60秒						
	7	90秒						

a) 炒り葉機の円筒釜加熱温度は第一バーナー-第二バーナー-第三バーナー=360℃-340℃-280℃である。

b) 製茶機械の型式を示す。製造元は炒り葉機、第一水乾機、第二水乾機は森鉄工株式会社、それ以外の機械は(株)寺田製作所である。

c) 時間は各工程に要したおおよその時間を、×は未実施の工程であることを示す。

表3 円筒釜の加熱温度

実験区	円筒釜加熱温度 (°C)			固定釜 釜底温度 (°C)
	第一バーナー	第二バーナー	第三バーナー	
8	360	340	280	160
9	390	370	280	160

(森鉄工株式会社製 120K) の円筒釜加熱温度を低温度帯 (実験区 8) と高温度帯 (実験区 9) に設定してそれぞれ炒り葉処理したのち、凍結乾燥し実験へ供試した。具体的な加熱温度を表 3 に示す。なお、高温度帯で処理された茶葉にはコゲが発生する可能性があったので、炒り葉処理後の茶葉は十分に粉取機で処理し、分析前には茶葉を目視で確認するなど、供試する茶葉にコゲが混入しないよう留意した。

2. 味覚センサーによる釜炒り茶と煎茶の渋味評価

Hayashi らの方法¹⁰⁾ により行った。すなわち荒茶 2.0 g をプラスチックフィルター付きガラス製ポット (セレック社製 GAV-2) に量り取り、沸騰した純水 200 mL で 5 分間浸出した水溶液をろ紙でろ過して測定試料とした。これを専用の測定カップに入れ、味覚センサー装置 (インテリジェントセンサーテクノロジー社製 SA402) で測定した。測定は同一試料に対して三回行い、得られたセンサー出力値の平均を各試料の渋味センサー出力値とした。こうして得られた渋味センサー出力値は、0.65 mM のエピガロカテキン水溶液を測定した場合に得られるセンサー出力値を 0 とし、20% 濃度差のエピガロカテキンガラート水溶液間のセンサー出力差を 1 目盛りとするスケール上の値に換算し、渋味推定値とした。つまり、0.65 mM のエピガロカテキンガラート水溶液が示す渋味よりも強い場合にはプラスの、弱い場合にはマイナスの渋味推定値が示される。

3. 官能審査による釜炒り茶と煎茶の渋味評価

実験区 1~7 の一、二番茶合計 14 種類の荒茶浸出液について、官能審査による渋味の評価を行った。評価は宮崎県総合農業試験場茶業支場の職員 9 名で反復して行った。浸出液は 2.0 g の荒茶に対して 200 mL の熱湯を注ぎ、5 分間浸出することで調製した。この浸出液を口腔内に 5 秒間含み、舌に収斂味を強く感じるものをより渋味が強いと判定し、各自別個に渋味を強く感じたものから順番に並べることで順位付けした。

4. 茶葉および浸出液に含まれるカテキン類の含有量測定

Mizukami らの方法により行った¹⁴⁾。すなわち茶葉については、粉末化した試料 0.25 g に内部標準液 (カテコール 70 mg とアスコルビン酸 180 mg を超純水で 100 mL に定容したもの) 1.0 mL を加え、水:アセトニトリル=1:1 (v/v) 溶液で 25 mL に定容、抽出したのち遠心分離し、上ずみを蒸留水で 10 倍希釈して 0.45 μm のフィルターでろ過したものを試料とした。茶浸出液については、2.0 g の荒茶に対

して 200 mL の熱湯を注ぎ、5 分間浸出することで調製した浸出液 1.0 mL に内部標準液 2.0 mL と超純水 3.0 mL を加え、0.45 μm のフィルターでろ過したものを試料とした。カテキンについては、(+)-カテキン、(-)-カテキンガラート、(-)-ガロカテキン、(-)-ガロカテキンガラート、(-)-エピカテキン、(-)-エピカテキンガラート、(-)-エピガロカテキン、(-)-エピガロカテキンガラートの 8 種類について分析定量し、この合計量をカテキン含有量とした。使用した HPLC (島津製作所製 LC-10ADvp) の測定条件は以下のとおりである。カラム: Wakopak Navi C18-5; 5 μm, 4.6 × 150 mm を 2 本直列接続、ガードカラム (5 μm, 4.6 × 10 mm) を併用。カラムオープン: 40°C。移動相 A: リン酸 0.25% 溶液: アセトニトリル=20:1 (v/v)。移動相 B: 移動相 A: メタノール=5:1 (v/v)。流速: 1.0 mL/min。グラジエント: [0~10 分] 移動相 B=10%, [10~20 分] 移動相 B を 50% まで直線的にグラジエント, [20~30 分] 移動相 B を 95% まで直線的にグラジエント, [30~65 分] 移動相 B =95%。検出波長: 210 nm。注入量: 10 μL。

5. 茶葉および浸出液に含まれる水溶性ペクチンの含有量測定

中川の方法¹⁵⁾ に従って行った。すなわち、茶粉末 1.0 g を 70% エタノールで FATEX (三田村理研工業株式会社製) を用いて 2 時間連続抽出し、無色になったものを 60°C で乾燥した。乾燥した茶粉末をビーカーに移し水を少量加えて浸透させたのち、水約 60 mL を加えてよく攪拌し、20°C で 16 時間放置した。放置後これを 100 mL に定容し、ろ過して、ろ液を水溶性ペクチン液とした。この水溶性ペクチン液 2.0 mL を 25 mL 共栓試験管にとり、氷水中で冷却しながら硫酸 12 mL を加えよく混合した。これを室温に戻し沸騰浴中で 10 分間加熱後、流水で冷却した。これに 0.05% カルバゾール、エタノール溶液 1.0 mL を加え、よく混合した後、室温で 1.5 時間放置して発色させ、520 nm の吸光度を分光光度計 (日本分光株式会社製 V-560) で測定した。同時にガラクトン酸 10, 30, 50, 70, 90 μg/mL の溶液を作成し、各液 2.0 mL を同様に処理したものの 520 nm の吸光度を測定し、検量線を作成した。なお、浸出液中の水溶性ペクチンは、2.0 g の荒茶に対して 200 mL の熱湯を注ぎ 5 分間浸出した後、この茶殻を凍結乾燥し、これの中に含まれる水溶性ペクチンを上記の方法で定量し、茶葉に含まれる水溶性ペクチン含有量より熱湯浸出後の茶殻に含まれる水溶性ペクチン含有量を差し引いたものを、浸出液の水溶性ペクチン含有量とした。

6. 統計処理

本実験において実施した統計処理のうち、Tukey's test, Mann-Whitney's U-test, Student's t-test は「EXCEL 統計 Ver. 5.0」(株式会社エスミ)、相関は「なるほど統計学とおどろき EXCEL 統計処理」(医学図書出版株式会社)、重回帰分析は「Microsoft Office Excel 2007」の各ソフトを用い

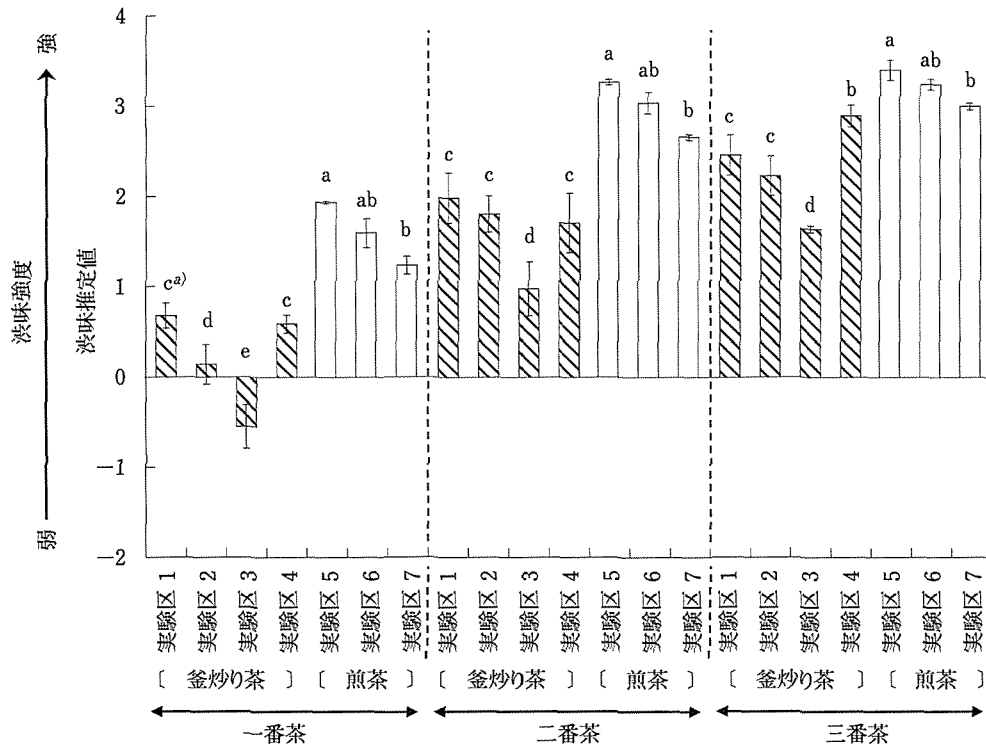


図1 釜炒り茶と煎茶の渋味推定値

a) 同一茶期の同一文字間に有意差なし (Tukey's test $p < 0.05$). エラーバーは標準偏差, $n=3$.

て検定した。

実験結果

1. 味覚センサーによる釜炒り茶と煎茶の渋味評価

釜炒り茶と煎茶の渋味を、味覚センサーを用いて測定した結果を図1に示す。同一茶期で比較した場合、三番茶の実験区4を除き、釜炒り茶は煎茶よりも渋味推定値が低くなり、各茶期とも実験区3の渋味推定値が最も低くなった。実験区3と同じライン構成であるが、揉捻工程に要する時間が2倍である実験区4の渋味推定値は、実験区1, 2と同等もしくは高い結果となった。煎茶においては、蒸熱時間が長くなると渋味推定値が低くなる傾向にあり、実験区7は実験区5よりも有意に低い結果となった。

2. 官能審査と味覚センサーによる渋味評価の相関関係

官能審査と味覚センサーによる渋味評価の相関関係を図2に示す。これらの間には Hayashi らの結果¹⁰⁾ 同様有意で高い相関がみられ、今回の実験においても味覚センサーでの渋味評価はヒトの感じる渋味程度をよく表現しているものと考えられた。

3. 荒茶および荒茶浸出液のカテキン含有量

荒茶のカテキン含有量を図3に、荒茶浸出液のカテキン含有量を図4に示す。荒茶では、同一茶期において実験区1~7のカテキン含有量に差はなかった。浸出液では、釜炒り茶のカテキン含有量が煎茶よりも少ない結果となったが、煎茶である実験区5~7においては差がなく、釜炒り茶

では実験区3のカテキン含有量が最も少ない結果となった。Takashimaらは、同じ茶葉から製造された釜炒り茶と煎茶のカテキン含有量は、荒茶では差がないが浸出液では釜炒り茶のほうが少ないことを⁶⁾、高柳らは煎茶において蒸熱時間を変えて製茶した場合でも、荒茶および浸出液でカテキン含有量に差がないことを報告している^{16) 17)} が、今回の実験でも同様の結果であった。

4. 各工程終了時の茶葉および茶葉浸出液のカテキン含有量

釜炒り茶および煎茶の製茶ラインにおける、各工程終了時の茶葉および茶葉浸出液のカテキン含有量を図5に示す。各工程終了時の茶葉のカテキン含有量は、釜炒り茶、煎茶ともにあまり変化がなかった(図5A,C)。一方で、茶葉浸出液のカテキン含有量は、釜炒り茶の場合、揉捻工程までもしくは中揉工程を実施する場合には中揉工程まで増加する傾向があった(図5B)。煎茶の場合、粗揉工程でカテキン含有量が大幅に増加し、次の揉捻工程では微増もしくはほぼ横ばいとなった後は大きな変化はなかった(図5D)。なお、煎茶に関しては、高柳ら¹⁸⁾ および島田ら¹⁹⁾ も同様の報告をしている。

5. 荒茶および荒茶浸出液の水溶性ペクチン含有量

水溶性ペクチン含有量について、荒茶の場合を図6に、浸出液の場合を図7に示す。荒茶、浸出液の双方において、釜炒り茶では、同一茶期における実験区間の水溶性ペクチン含有量に有意な差はなかったが、煎茶では過去の報告同

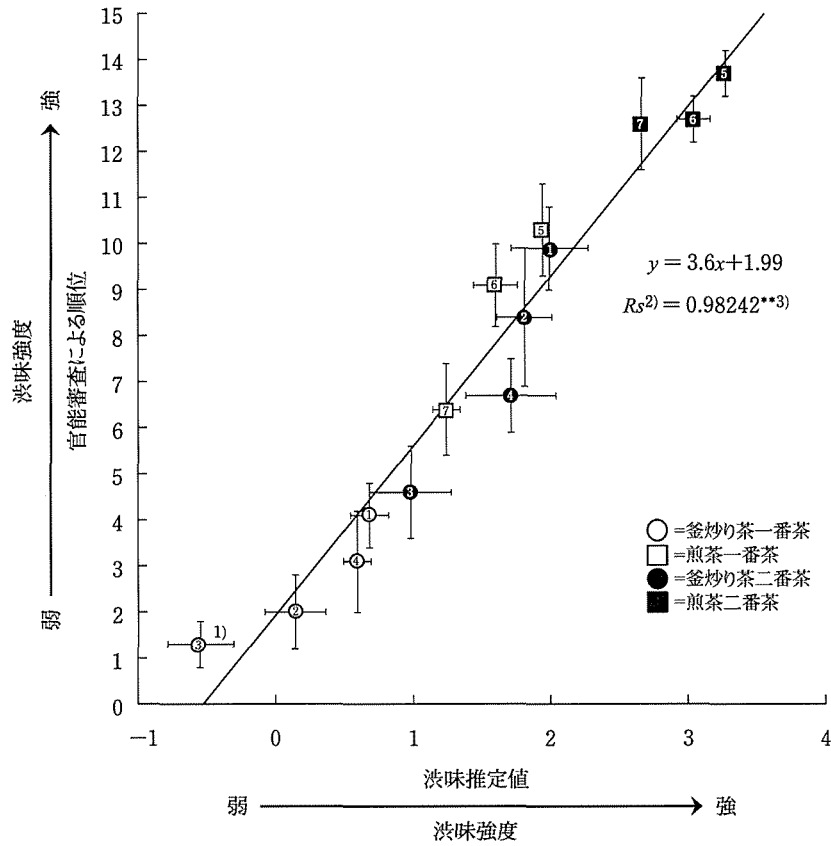


図2 官能審査と味覚センサーによる濃味評価の相関関係

- 1) 数字は表2における実験区番号を示す。エラーバーは標準偏差。
- 2) スペアマン順位相関係数。
- 3) **=有意差あり ($p < 0.01$)。

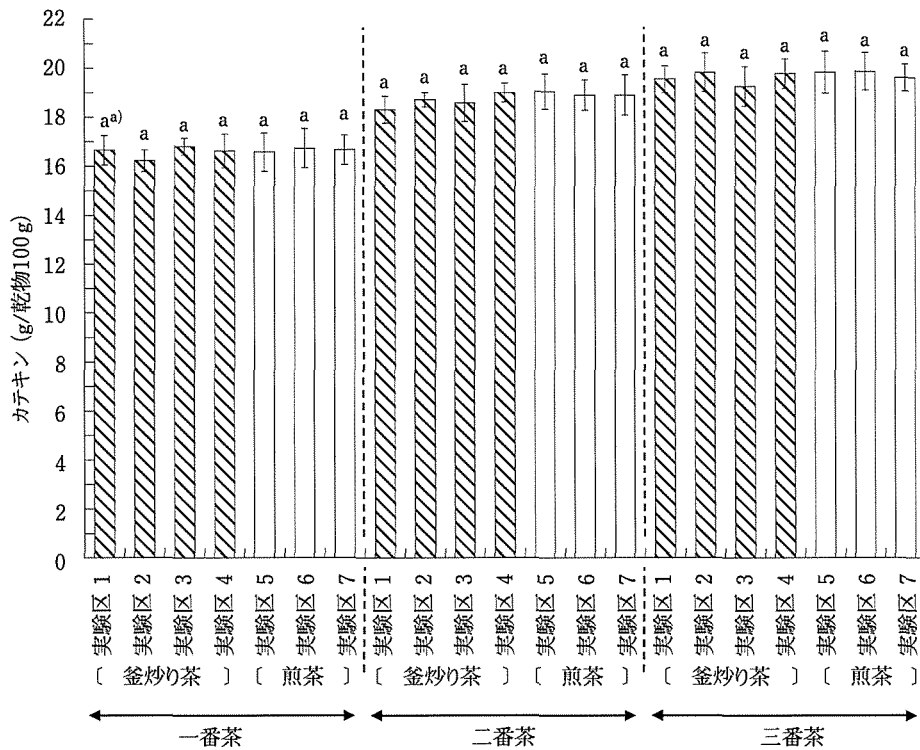


図3 荒茶のカテキン含有量

a) 同一茶期の同一文字間に有意差なし (Tukey's test $p < 0.01$)。エラーバーは標準偏差, $n=3$ 。

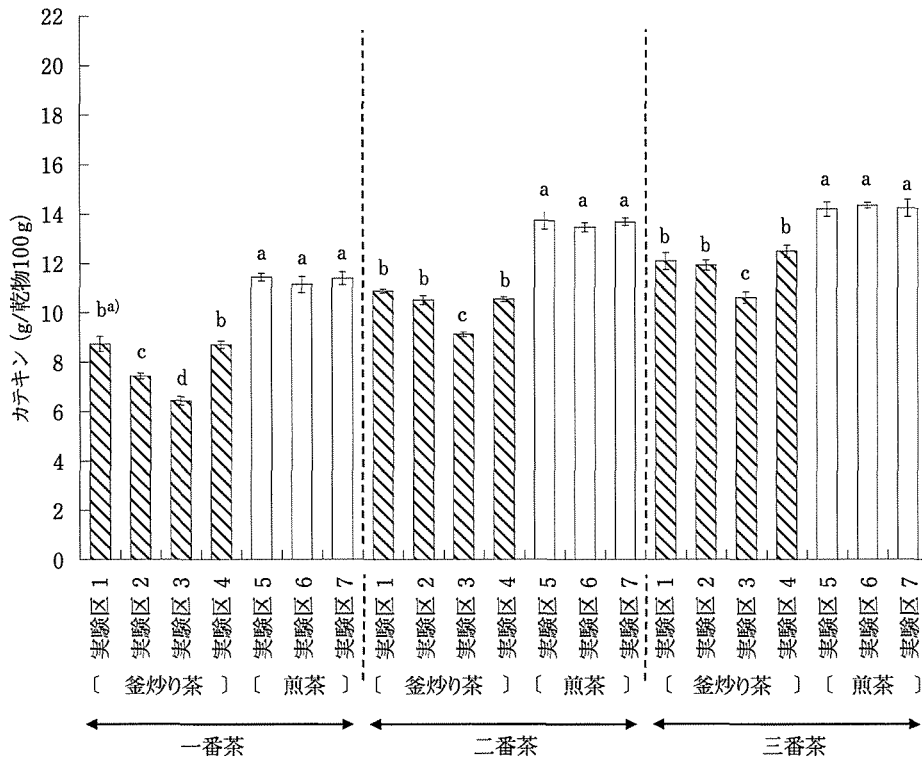


図 4 荒茶浸出液のカテキン含有量

a) 同一茶期の同一文字間に有意差なし (Tukey's test $p < 0.01$). エラーバーは標準偏差, $n = 3$.

様⁷⁾¹⁶⁾¹⁷⁾, 蒸熱時間が長くなると水溶性ペクチンの含有量が増加する傾向にあった. 荒茶では釜炒り茶の水溶性ペクチン含有量は, 蒸熱時間が 30 秒である実験区 5 と同程度であったが, 浸出液では煎茶の水溶性ペクチン含有量が釜炒り茶より多い結果となった.

表 4 に水溶性ペクチンが荒茶から浸出液へ溶出した割合を示す. 釜炒り茶の溶出割合は煎茶の溶出割合より有意に低い結果となったが, 釜炒り茶, 煎茶それぞれにおける実験区間の溶出割合には差がなかった.

6. 各工程終了時の茶葉および茶葉浸出液の水溶性ペクチン含有量

釜炒り茶および煎茶の製茶ラインにおける, 各工程終了時の茶葉および茶葉浸出液の水溶性ペクチン含有量を図 8 に示す. 茶葉の水溶性ペクチン含有量は, 釜炒り茶では実験区間の差は判然とせず, 工程毎の含有量にも大きな変化はなかった (図 8A). 一方煎茶では, 蒸熱工程終了時の茶葉で荒茶の場合と同様, 蒸熱時間が長いほど水溶性ペクチンの含有量が多い傾向がみられたが, その後の工程毎の含有量には傾向のある変化がみられなかった (図 8C). 浸出液の水溶性ペクチン含有量は, 釜炒り茶では茶葉の場合と同様実験区間で大きな差はなかったが, 工程別にみても, 炒り葉工程終了時の含有量が最も少なく, 揉捻工程まで増加する傾向があった (図 8B). 煎茶の場合, 浸出液でも蒸熱時間が長いほど水溶性ペクチンの含有量が多い傾向

表 4 水溶性ペクチンの溶出割合

茶期	茶種	実験区	溶出割合 (%) ^{a)}
一番茶	釜炒り茶	実験区 1	34.8 ± 1.7
		実験区 2	37.8 ± 2.3
		実験区 3	34.1 ± 1.5
		実験区 4	37.1 ± 2.2
	煎茶	実験区 5	68.2 ± 2.3
		実験区 6	70.2 ± 1.7
		実験区 7	73.9 ± 2.4
二番茶	釜炒り茶	実験区 1	35.9 ± 2.1
		実験区 2	36.3 ± 1.5
		実験区 3	34.1 ± 1.7
		実験区 4	35.1 ± 1.2
	煎茶	実験区 5	75.0 ± 0.9
		実験区 6	76.1 ± 1.9
		実験区 7	74.8 ± 2.2
三番茶	釜炒り茶	実験区 1	33.9 ± 2.2
		実験区 2	32.9 ± 1.7
		実験区 3	31.4 ± 1.5
		実験区 4	31.6 ± 0.8
	煎茶	実験区 5	75.7 ± 2.1
		実験区 6	71.3 ± 1.8
		実験区 7	76.1 ± 1.5

a) 平均値 ± 標準偏差, $n = 3$.

b) **=釜炒り茶と煎茶の溶出割合には有意差あり (Mann-Whitney's U-test, $p < 0.01$).

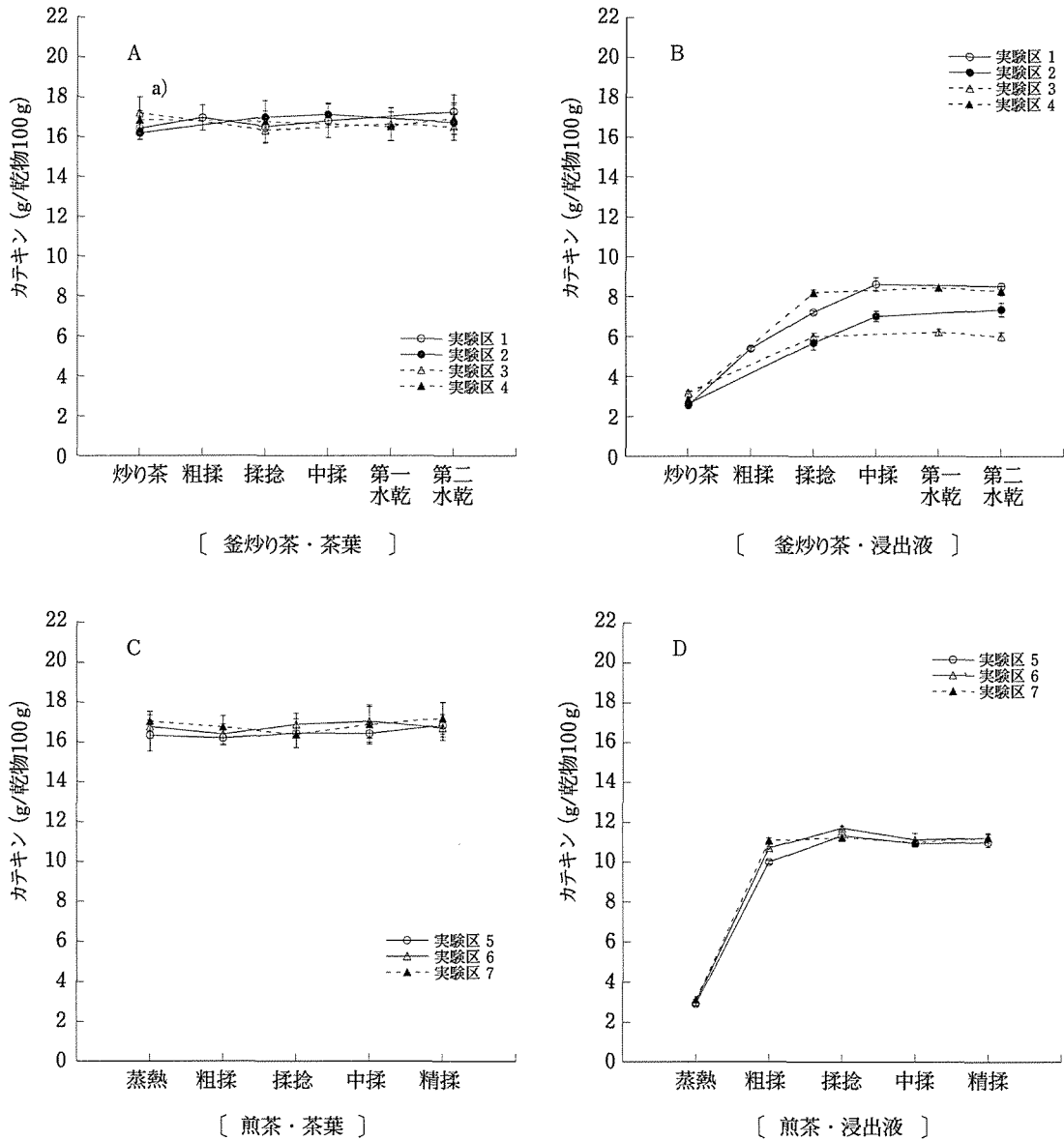


図5 各工程終了時の茶葉 (A, C) および茶葉浸出液 (B, D) のカテキン含有量 (一番茶)
 a) エラーバーは標準偏差, n=3.

にあり、工程別では、各実験区とも蒸熱工程終了時の含有量が最も少なく、揉捻工程まで増加する傾向にあった(図8D)。高柳らは、煎茶の場合、茶葉および浸出液において水溶性ペクチンは蒸熱葉が最も多く、粗揉工程以降は減少する傾向があったとしている¹⁸⁾が、今回は少し異なる結果となった。

7. 炒り葉工程における円筒釜の加熱温度の違いが茶葉の水溶性ペクチン含有量へ及ぼす影響

図9に示すとおり、円筒釜の加熱温度が高い実験区9で茶葉の水溶性ペクチン含有量が高い結果となった。

考 察

渋味推定値を目的変数、浸出液のカテキン含有量および

表5 渋味推定値を目的変数とした場合の重回帰分析の結果

説明変数	係数	p 値
カテキン含有量(浸出液)	0.560	$p < 0.001$
水溶性ペクチン含有量(浸出液)	-0.001	$p < 0.001$

水溶性ペクチン含有量を説明変数として重回帰分析を行った結果を表5に示す。自由度修正済決定係数は0.961と高く、カテキン含有量、水溶性ペクチン含有量ともに有意な係数が得られた。水溶性ペクチンの係数が小さいが、これは測定値の単位をmgとしたため、水溶性ペクチン含有量が大きな値をとっていることが影響している。得られた係数から、カテキン含有量が高いほど、水溶性ペクチン含有

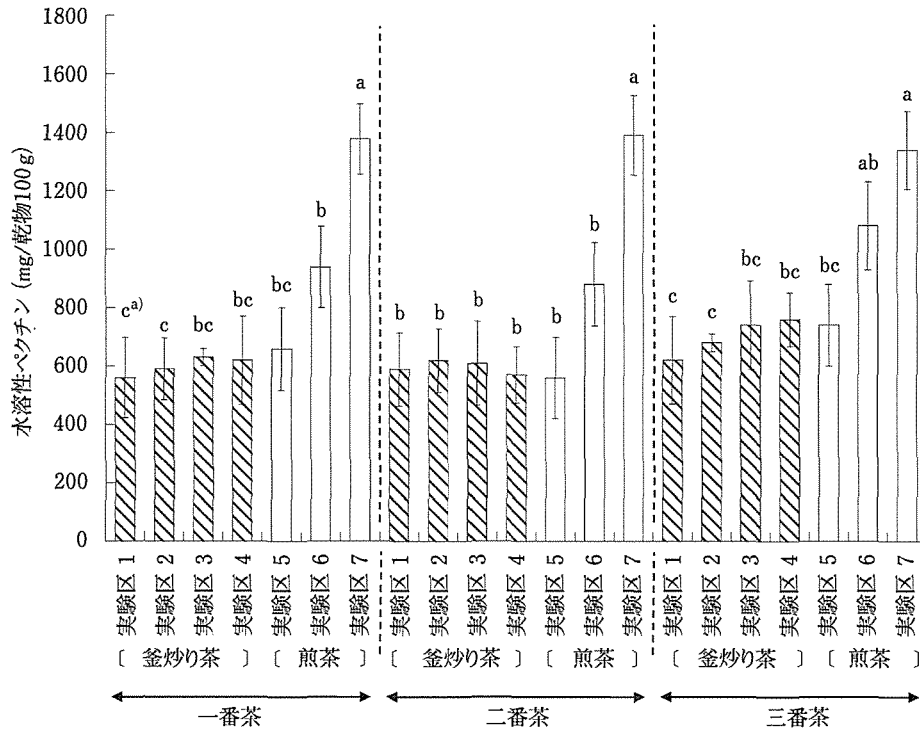


図 6 荒茶の水溶性ペクチン含有量

a) 同一茶期の同一文字間に有意差なし (Tukey's test $p < 0.05$). エラーバーは標準偏差, $n = 3$.

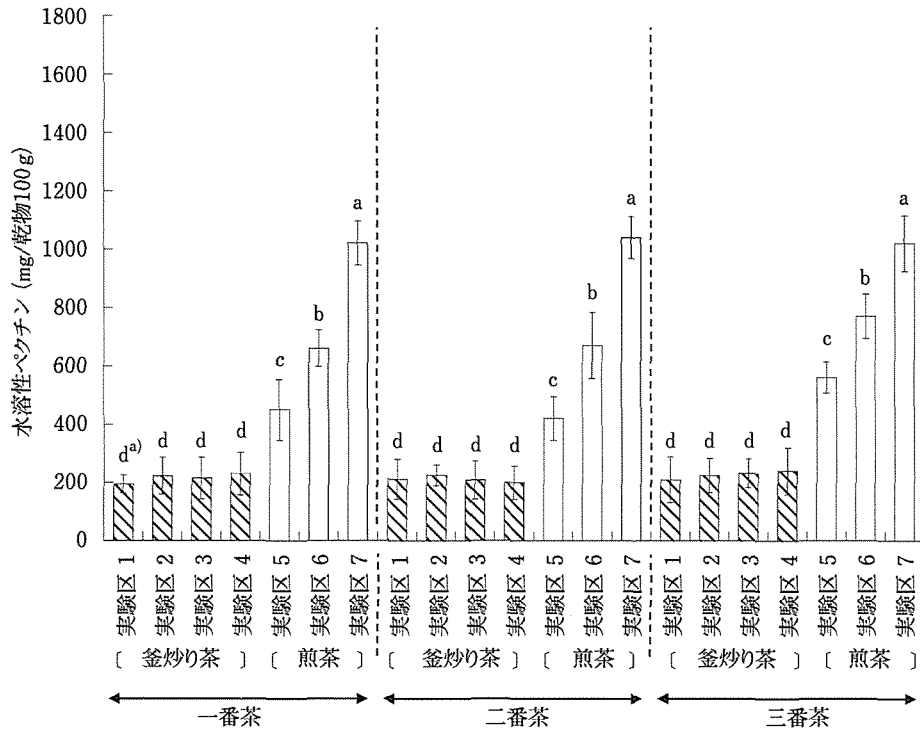


図 7 荒茶浸出液の水溶性ペクチン含有量

a) 同一茶期の同一文字間に有意差なし (Tukey's test $p < 0.05$). エラーバーは標準偏差, $n = 3$.

量が低いほど渋味推定値は高くなる。つまり、水溶性ペクチン含有量が高いほど渋味推定値は低くなり、水溶性ペクチンが渋味を抑制する傾向があることが分

かる。またこの2つの説明変数の他に、「茶種」を煎茶=0、釜炒り茶=1とダミー変数で設定し説明変数に加えて重回帰分析を行ったが、茶種の係数に対する p 値は 0.327 とな

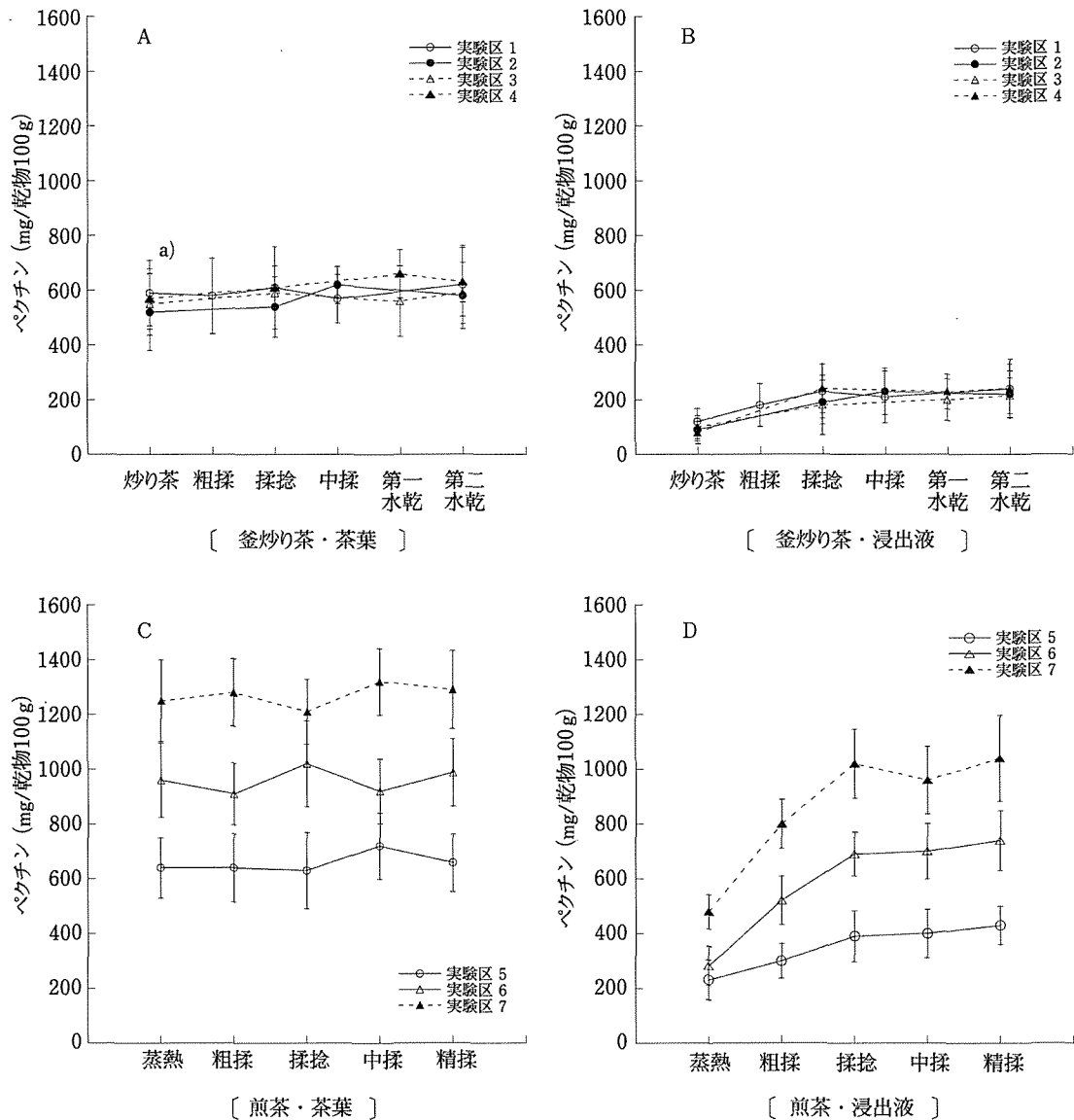


図8 各工程終了時の茶葉 (A, C) および茶葉浸出液 (B, D) のペクチン含有量 (一番茶)
a) エラーバーは標準偏差, $n=3$.

り、有意な結果が得られなかった。以上より、渋味推定値は茶種の違いではなく、浸出液のカテキンおよび水溶性ペクチン含有量から説明できることになる。これまでに堀江らは、多糖類が渋味の抑制に寄与している可能性を示唆し⁷⁾、Hayashiらは、ガレート型カテキンが示す渋味がペクチンとの複合体形成により抑制されることを明らかにした¹³⁾。今回得られた結果は、これらの予測や実験結果と一致するものであった。

この重回帰分析の結果をもとに、釜炒り茶および煎茶の渋味について考察する。今回の実験では、釜炒り茶において浸出液のカテキン含有量 (図4) は実験区3で有意に低く、水溶性ペクチン含有量 (図7) には差がなかった。つまり釜炒り茶では、水溶性ペクチンによる渋味抑制効果はどの実験区でも同程度であり、結果として浸出液のカテキン

含有量の差が渋味推定値 (図1) の差となったと考えられる。一方で煎茶では、浸出液のカテキン含有量 (図4) には差がなく、水溶性ペクチン含有量 (図7) は蒸熱時間が長くなるほど増加した。つまり煎茶の場合、カテキンにより示される渋味程度はどの実験区も同程度であり、水溶性ペクチン含有量の違いによる渋味抑制効果の差が渋味推定値 (図1) の差となったと考えられる。浸出液の水溶性ペクチン含有量が釜炒り茶よりも多い煎茶で、釜炒り茶よりも渋味が高い結果となったのは、水溶性ペクチンによる渋味抑制の効果以上にカテキン含有量の違いによる渋味程度の差があったためと考えられた。

次に、釜炒り茶と煎茶において、カテキンや水溶性ペクチンの含有量に差が生じる理由について考察する。釜炒り茶の内容成分は煎茶よりも溶出しにくく、その理由は茶葉

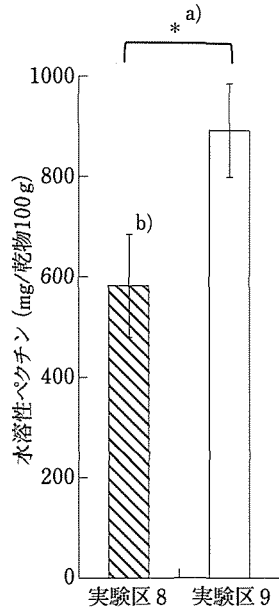


図 9 円筒釜の加熱温度の違いが茶葉の水溶性ペクチン含有量へ及ぼす影響

- a) *=有意差あり (Student's t-test, $p<0.05$).
 b) エラーバーは標準偏差, $n=3$.

へ揉圧を加える工程が少ないためと考えられている^{3) 4)} 今回の結果でも、荒茶中のカテキン含有量は釜炒り茶、煎茶ともに同程度にもかかわらず (図 3)、浸出液のカテキン含有量は煎茶よりも釜炒り茶で少なく、また釜炒り茶の中でも揉圧を加える工程が一番少ない実験区 3 でカテキン含有量が最も少ない結果となった (図 4)。実験区 3 と同じ製茶ライン構成で揉捻工程の時間を 2 倍にした実験区 4 では、実験区 3 よりも浸出液のカテキン含有量が多いこと、また揉圧を加える工程を経るごとにカテキンの含有量が増加していること (図 5B) などからも、茶葉へ揉圧を加える時間の長さがカテキンの溶出割合へ影響していることがうかがえる。

一方、荒茶の水溶性ペクチン含有量は、釜炒り茶では実験区間で差がなく、煎茶では蒸熱時間が長いほど多くなる傾向があった (図 6)。高柳らは、カルシウムやマグネシウムと結合した塩類可溶性ペクチンが加熱されることで、これらの塩類が離脱し水溶性ペクチンが増加する可能性があるとしている¹⁶⁾。煎茶の蒸熱工程同様、釜炒り茶で殺青 (茶葉中の酵素を失活させること) を行うのは炒り葉工程であるが、今回、煎茶では実験区間の蒸熱時間を変えることで茶葉への加熱程度を変えているのに対し、釜炒り茶の実験区 1~4 では同じ加熱条件で炒り葉工程を行った。高柳らの推測から考えると、このことが煎茶では実験区間で水溶性ペクチン含有量に差が生じる一方、釜炒り茶である実験区 1~4 では差が生じなかった理由と推察される。炒り葉工程の円筒釜加熱温度を上げると茶葉の水溶性ペクチン含有量が増加する (図 9) ことから、このことがうかがえ

た。しかし、現在生産現場で用いられている炒り葉機は、殺青以外に茶葉の乾燥も行う機械で、異なる処理を一つの熱源だけで処理する構造であるため、茶葉の状態にあわせた温度管理が難しく⁴⁾、不用意に加熱温度を高く設定するとコゲ等の欠点を生じやすくなる。実際、今回の実験において高温で処理した実験区 9 の茶葉は、かなり過乾燥状態となっており、コゲも散見された。これらのことから、通常の釜炒り茶製造では煎茶のように水溶性ペクチン含有量を大幅に増加させることは困難と考えられる。

また、炒り葉および蒸熱工程後の各工程における茶葉の水溶性ペクチン含有量には、増減のはっきりした傾向がみられなかった (図 8A, C)。製茶工程は茶葉を乾燥するための工程であり、揉捻工程以外のすべての工程で茶葉は加熱されるにも関わらず、これらの工程で水溶性ペクチン含有量に明確な増加傾向がみられない。これは、緑茶は殺青工程後、品質を保つために恒率乾燥状態を保ちながら製茶されるため、その茶温は終始 37℃ 前後に保たれる²⁰⁾ ことと関係がある可能性がある。つまり茶葉が 90~100℃ 程度の高温にまで加熱されるのは、殺青工程²¹⁾ と荒茶製造後の火入れ工程²²⁾ のみであり、蒸熱時間が長くなると水溶性ペクチン含有量は増加するが、途中の工程での増減にははっきりした傾向がないこと (図 8C) や、火入れ工程で水溶性ペクチンの増加が確認されたとする報告^{7) 15)} などと考え合わせると、茶葉が比較的低温に保たれる工程では、水溶性ペクチン含有量に明確な変化は生じないが、茶葉が 90~100℃ 程度に加熱される殺青や火入れ工程では、水溶性ペクチン含有量が増加するものと推察された。

一方で、浸出液中の水溶性ペクチン含有量は、カテキン同様釜炒り茶が煎茶よりも低く (図 7)、溶出割合も釜炒り茶が煎茶よりも低い結果 (表 4) となった。これは先述したとおり、茶葉に対して釜炒り茶の製茶工程では、煎茶ほど揉圧が加えられないためと考えられるが、釜炒り茶浸出液において、カテキンではみられた実験区間における含有量の違いが、水溶性ペクチンでは観察されなかった。荒茶のペクチンはカテキンに比べて高分子であるため¹⁵⁾、煎茶よりも茶葉細胞組織が破壊されていない釜炒り茶では、カテキンよりも溶出しにくいものと推察される。

また、水溶性ペクチンは浸出液に粘度を与えるため、こくに影響するとも考えられている¹⁾。釜炒り茶は喉ごしがよくさっぱりした飲み応えがあるのも特徴であるが⁴⁾、これは浸出液の水溶性ペクチン含有量が少ないためと考えられる。

要 約

釜炒り茶と煎茶の渋味について味覚センサーを用いて比較を行ったところ、釜炒り茶は煎茶よりも渋味が少ないこと、煎茶では蒸熱時間が長くなると渋味が緩和されること明らかとなった。また味覚センサーでの渋味推定値を目

的変数、浸出液のカテキンおよび水溶性ペクチン含有量を説明変数として重回帰分析を行った結果、渋味は浸出液のカテキンおよび水溶性ペクチン含有量で説明でき、カテキン含有量が多いほど、水溶性ペクチン含有量が少ないほど渋味が強くなることが判明した。浸出液のカテキンおよび水溶性ペクチン含有量は、釜炒り茶よりも煎茶で多く、水溶性ペクチンの溶出割合は、釜炒り茶よりも煎茶で高い結果となったが、これは茶葉に対して釜炒り茶の製茶工程では、煎茶ほど揉圧が加えられないためと考えられた。また茶葉中の水溶性ペクチンは、蒸熱時間が長くなると増加し、恒率乾燥が保たれる殺青以降の工程では明確な増加がみられないことから、茶葉が90~100℃程度に加熱される工程で増加するものと推察された。

本研究の遂行にあたり、野菜茶業研究所茶業研究監木幡勝則博士、元野菜茶業研究所上席研究員阿南豊正博士には研究全般に関して懇切なご指導をいただいた。宮崎大学教育文化学部教授藤井良宜博士には統計解析に関して懇切なご指導をいただいた。元農林水産省茶業試験場長中川致之博士にはペクチンの分析に関してご助言を、野菜茶業研究所主任研究員水上裕造博士にはカテキンの分析に関してご助言をいただいた。宮崎県食品開発センター副部長柚木崎千鶴子博士、技師松浦靖氏、技師寺崎三季氏にはペクチン分析に際して、宮崎県総合農業試験場花き部副部長中村薫博士にはカテキン分析に際して、宮崎県総合農業試験場茶業支場の職員諸氏には官能審査に際して多大なるご支援をいただいた。この場をお借りして深謝する。

文 献

- 1) 村松敬一郎, 茶の味の成分, 「茶の科学」, 第1版 (朝倉書店, 東京), pp. 106-109 (1997).
- 2) 茶の科学用語辞典, 第2版 (日本茶業技術協会, 静岡), pp. 19 (2007).
- 3) 喫茶の科学, 「茶のサイエンス」, 第1版 (武田善行, 筑波書房, 東京), pp. 181-184 (2004).
- 4) 製茶方法, 「茶大百科 I」, 第1版 (農山漁村文化協会, 東京), pp. 693-728 (2008).
- 5) 中川致之, 緑茶の構成味要素に対する成分の貢献度, 茶業技術研究, 48, 77-83 (1975).
- 6) Takashima, K., Fujita, S., Horie, H. and Kohata, K., Kamairicha, traditional Japanese green tea. Proceedings of 2001 international conference on O-cha (tea) culture and science, Session II, Production, 292-295 (2001).
- 7) 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).
- 8) Toko, K., A taste sensor. *Meas. Sci. Technol.*, 9, 1919-1936 (1998).
- 9) Toko, k., Taste sensor. *Sens. Act. B*, 64, 205-215 (2000).
- 10) Hayashi, N., Chen, R., Ikezaki, H., Yamaguchi, S., Maruyama, D., Yamaguchi, Y., Ujihara, T. and Kohata, K., Techniques for universal evaluation of astringency of green tea infusion by the use of a taste sensor system. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 70, 626-631 (2006).
- 11) Hayashi, N., Chen, R., Ikezaki, H. and Ujihara, T., Evaluation of the umami taste intensity of green tea by a taste sensor. *J. Agric. Food Chem.*, 56, 7384-7387 (2008).
- 12) Taira, S., Ono, M. and Matsumoto, N., Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. *Postharvest Biology and Technology*, 12, 265-271 (1997).
- 13) 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).
- 14) Mizukami, Y., Sawai, Y. and Yamaguchi, Y., 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 (2007).
- 15) 中川致之, 緑茶のペクチンと加熱による変化, 日食工誌, 23, 415-418 (1976).
- 16) 高柳博次, 阿南豊正, 池ヶ谷賢次郎, 蒸し度の差異による製茶の理化学性の変化, 茶業研究報告, 65, 81-85 (1987).
- 17) 高柳博次, 阿南豊正, 池ヶ谷賢次郎, 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 (1987).
- 18) 高柳博次, 阿南豊正, 荒茶製造工程における茶葉の理化学性の変化, 茶業研究報告, 64, 39-43 (1986).
- 19) 島田和子, 高橋美恵, 土師彩子, 上野原昌子, 松田範子, 野村朱美, 澤野悦雄, 佐伯和正, 煎茶製造工程における茶葉の成分変化とその成分浸出性, 日本食品科学工学会誌, 43, 695-702 (1996).
- 20) 袴田勝弘, 日本のお茶, 「お茶の力」, 第1版 (化学工業日報社, 東京), pp. 108-114 (2003).
- 21) 柴田雄七, 蒸しの工程, 「機械製茶の理論と実際」, 第1版 (農山漁村文化協会, 東京), pp. 21-33 (2006).
- 22) 茶の加工, 「茶のサイエンス」, 第1版 (武田善行, 筑波書房, 東京), pp. 156-158 (2004).

(平成23年8月12日受付, 平成23年9月25日受理)