

ドリップコーヒーの給湯法による 抽出カフェイン濃度の違い

若林 素子 (管理栄養学科・准教授)

Differences in the Caffeine Content of Drip-Filtered Coffee According to Brewing Technique

Motoko Wakabayashi

Abstract

Employing two different methods of pouring hot water, the caffeine content of paper-filtered drip coffee, using Kalita's dripper, were analyzed by Method I that included four discrete instances of pouring hot water with a pause for steaming between each pouring. In Method II, the hot water was poured once without any pause for steaming. Commercially available freshly roasted and ground Brazilian, Colombian, and Mandarin coffee beans were used for the study. Caffeine content per 100 g of coffee brewed by Method I ranged from 65 to 93 mg. Caffeine content by Method II ranged from 48 to 55 mg. Thus, using Method I resulted in significantly higher caffeine content, from 1.4 to 1.7 times more caffeine as compared with Method II ($p < 0.01$).

Key words : caffeine content, brewing technique, drip-filtered coffee

キーワード：カフェイン濃度、給湯法、ドリップコーヒー

はじめに

コーヒーは、アカネ科の常緑樹の完熟果実種子を発酵、乾燥、焙煎、粉碎した後、湯にて抽出した浸出液として、広く嗜好飲料として飲用されている。焙煎することにより香ばしく好ましい香気が生じ、飲用時の嗜好性を高めているが、この焙煎により香気だけでなく、カフェイン (3,7-dihydro-1,3,7-trimethyl-1*H*-purine-2,6-dione, also known as 1,3,7-trimethylxanthine, 図1) が遊離し、コーヒー飲料中の抽出成分の増加にもつながっている。コーヒーは歴史的には薬として服用されて

いたことも知られており、その理由としてはカフェインが有する中枢神経系の刺激、血液循環・呼吸

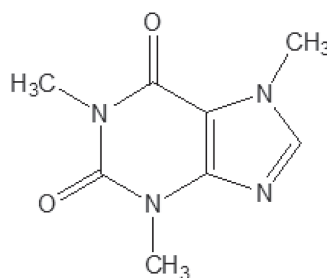


図1 カフェインの構造

増進および利尿作用などが最も大きく影響している。さらに、カフェインはコーヒー飲料における苦みの主成分でもあり、コーヒーの嗜好性を左右する上でも重要性が高い¹⁾。

コーヒーの栽培種としては、アラビカ種、ロブスタ種およびリベリカ種がある。コーヒー飲料におけるカフェイン濃度はロブスタ種がアラビカ種の約2倍含まれる^{1,2)}。生産量としては約70%をアラビカ種が占めているが、アラビカ種の中でも、産地や銘柄などによりカフェイン含量が異なる。また、コーヒー飲料におけるカフェイン濃度は、コーヒー豆の焙煎程度、粉碎粒度および抽出方法により大きく影響することも報告されている^{2,3)}。例えば、より強く焙煎するとカフェイン含量が増加し、粒径0.5から1.0 mmの中挽きのものが抽出初期のカフェイン濃度が最も高くなるとされている²⁾。さらにコーヒーの抽出方法としてペーパーフィルター法、ネルフィルター法、サイフォン法、パーコレーター法など、様々な方法が用いられており、これらの手法によってもカフェイン濃度は異なることが報告されている^{4,5)}。このように、コーヒー飲料におけるカフェイン濃度に対する様々な研究がなされているが、現在家庭で最も手軽に用いられているペーパードリップ法の中でも、3つ穴のカリタ式のドリッパーを用いた場合において、「おいしい淹れ方」として推奨されている「湯を複数回に分けて注ぐ」方法と、そういった配慮をせず「湯を一度に注ぐ」方法において、どの程度抽出カフェイン濃度に差があるかに関して、筆者が調べた限り、報告は見られない。そこで、本研究では、カリタ式ペーパードリップ法における湯の注ぎ方による抽出カフェイン濃度の差を明らかにすることを目的に、市販の産地および特徴の異なるアラビカ種の3種のコーヒー豆を使用し、比較検討を行った。

方法

試料

実験に用いたコーヒー豆は、ユーシーシーフードサービスシステムズ^株の商品である、ブラジルサントスNo. 2、コロンビア・スプレモおよびマ

ンデリン G-1 である。以下、これらをブラジル、コロンビアおよびマンデリンと省略する。試料は全て焙煎後15日以内のものを購入し、購入後1週間以内に電動式コーヒーミル(カリタ ダイナミックミル 61015)にて中挽き(平均粒径約0.85 mm)にした。ミル挽き後、1時間以内にコーヒーのドリップ抽出を行った。

試薬

実験には和光純薬工業^株の特級試薬を用いた。HPLC 分析において使用したメタノールはHPLC 用である。

コーヒーのドリップ調製方法

陶器製3つ穴ドリッパー(1-2人用、カリタ)にペーパーフィルター(カリタ101、未漂白、パルプ100%)をセットし、ミル挽きしたコーヒーを12.0 g入れた。注ぎ口が細いコーヒー用ステンレス製ケトル(1 L 容量)に家庭用浄水器にてろ過した水道水を入れて95±1°Cに沸かし、蒸らし時間を含めながら4回に分けて注ぐ抽出法Iと、一度に注ぐ抽出法IIの2種でコーヒーをドリップ調製した。抽出法Iの蒸らし時間は1投目後が20秒、2投目以降は5秒である。具体的な投湯量は表1に示したが、この合計160 mLを用いることにより、コーヒーとして約150 mLすなわち一般的に用いられているコーヒーカップ1杯分、5 oz、147 mLを淹れることができる。なお、ドリッパーおよびサーバーは75°C以上に保温したものを用いた。なおこの抽出法IはUCC上島珈琲^株において従業員に推奨されている「おいしいコーヒーのいれ方」⁶⁾に従ったものであり、湯を注ぐ際はゆっくりと一定速度で「の」の字を書くように行った。

表1 コーヒー調製における投湯量

	(mL, Av. ± S.D.)	
	抽出法 I	抽出法 II
1 投目	20 ± 2	160 ± 5
2 投目	80 ± 4	
3 投目	40 ± 4	
4 投目	20 ± 2	
合計	160 ± 5	160 ± 5

カフェイン定量方法

コーヒー抽出液中のカフェインの定量は、五訂増補日本食品標準成分表における分析法⁷⁾に従って行った。すなわち、試料約0.5 gを共栓付試験管に精秤し、内部標準物質として2-フェニルエタノールを4.00 mg/mL 含むメタノール溶液10 mLを加え、栓をして10分間激しく振り混ぜた後0.45 μ mフィルターにてろ過したものをHPLC分析に供した。HPLC分析条件は以下のとおりである。ポンプ：LC20AB、検出器：SPD20A、カラムオープン：CTO-6A、インテグレーター：C-R6A（以上(株)島津製作所）、インジェクター：7125（レオダイン）、インジェクションループ：20 μ L、カラム：TSK-gel ODS-100Z 4.6 mm i.d. x 150 mm（東ソー(株)）、溶離液：メタノール：10 mM ギ酸アンモニウム緩衝液（pH 3.5）= 3 : 7, 1 mL/min、カラム温度：40°C、検出波長：270 nm。HPLC定量分析用のカフェイン標準溶液は、カフェインを上記内部標準物質含有メタノール溶液に2, 20, 50 および100 μ g/mLとなるよう正確に希釈調製したものをを用いた。

結果および考察

カリタ式ペーパーフィルター法にて蒸らしを加えながら湯を4回に分けて注ぐ抽出法Iと全ての湯を一度に注ぐ抽出法IIによりコーヒーを調製した。コロンビア、ブラジル、マンデリンと3種の豆を用い、それぞれの抽出法にて最低3回以上の抽出を行った。抽出法IおよびIIにおける平均抽出時間は、おのおの1分40秒および1分10秒であり、抽出法IがIIより30秒長くなった。抽出後のフィルター上の様子を写真1に示した。抽出法I（写真1（A））ではコーヒーパウダーはフィルター

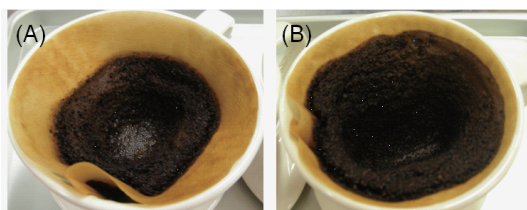


写真1 抽出法 I (A) および II (B) における抽出後の状態

の下部に留まっており、かつ中央部には細かい泡立ちが残っている様子が見られたのに対し、抽出法II（写真1（B））ではコーヒーパウダーがフィルター上部まで広がっており、泡立ちはほとんど認められなかった。抽出時間が短く、かつコーヒーパウダーが上部まで広がっている抽出法IIでは、単純に考えてもコーヒーエキスの抽出効率が抽出法Iと比較すると低いことが推定される。さらに、広瀬は、ペーパードリップ抽出時における泡は、コーヒーの雑味やえぐ味などの不味成分を閉じ込め、抽出液に入れない役割を負っていると述べており^{2,5)}、それが正しいならば、抽出法Iはより濃厚でかつ不味成分は少ない抽出液となっている可能性がある。

2-フェニルエタノールを内部標準物質として含むカフェイン標準溶液を調製し、HPLC分析を行い、検量線を作成した。図2（A）に、標準物質を分析したクロマトグラムの一例を示す。保持時間5.1分のピークがカフェインであり、保持時間17.4分のピークが内部標準物質である。各濃度（2-100 μ g/mL）におけるカフェインのピーク面積を2-フェニルエタノールのピーク面積で除したピーク面積比を求め、カフェイン濃度に対する検量線を作成した。その結果、図3に示す通り、 $R^2 = 0.99998$ と非常に直線性の高い、良好な検量線を得ることができた。次に、コーヒー抽出液に含まれるカフェインのHPLC分析を行った。クロマトグラムの一例を図2（B）に示す。標準物質を分析した際と同様に、保持時間5.1分にカフェインのピーク、保持時間17.6分に2-フェニルエタノールのピークが認められた。コーヒー抽出液試料中のカフェインのピーク面積は、検量線を作成した標準物質分析の範囲内におさまっており、定量性に問題がないことを確認した。さらに試料の分析においては、コーヒーに含まれるカフェイン以外の様々な成分の存在がクロマトグラム上に認められる。それらの中で、3.3分のピークはプロトカテキ酸、6分前後のピークはカフェ酸であると標準物質分析によって同定された。当初はこれらの化合物の定量分析も予定していたが、

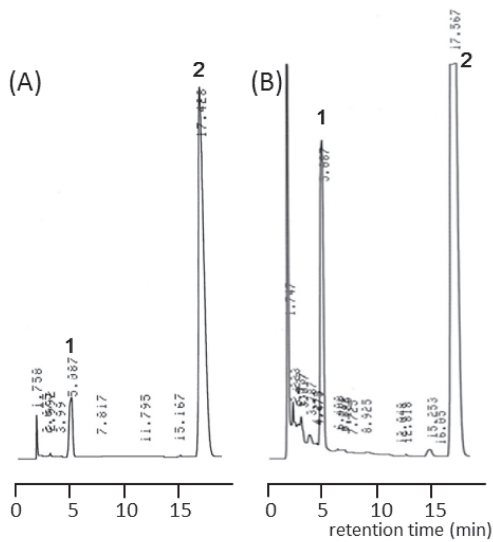


図2 HPLC分析におけるクロマトグラム
(A): 標準物質 (B): コーヒー抽出液(ブラジル)
peak 1 = caffeine, peak 2 = 2-phenylethanol

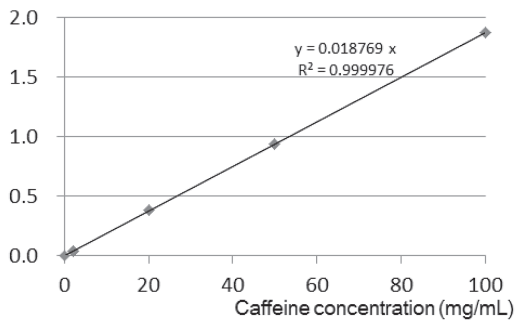


図3 HPLC分析によるカフェインの検量線

コーヒー試料の分析におけるこれらの化合物の分離が本実験条件では不十分であり、定量性に問題があったため、本報告ではカフェインに関するのみ示す。3種のコーヒーの、2種の抽出条件におけるそれぞれのカフェイン量を分析し、先の検量線を使用して各試料中に含まれるカフェイン濃度を求めた。なお、本実験で用いた湯160 mLで調製したコーヒーがコーヒーカップ1杯分(約150 mL, 5 oz)となり、コーヒー1杯分のカフェイン摂取量を考える場合には150 mLあたりで示す方法もあるが、本報告においては食品中の成分としての表記を考え、カフェイン濃度をmg/100 gで求め、結果を表2および図4に示した。コーヒー

表2 コーヒー抽出液のカフェイン濃度

	(mg/100 g, Av. ± S.D.)		
	ブラジル	コロンビア	マンデリン
抽出法I	80 ± 3]**	65 ± 2]**	93 ± 11]**
抽出法II	55 ± 2]**	48 ± 4]**	55 ± 1]**

** : $p < 0.01$

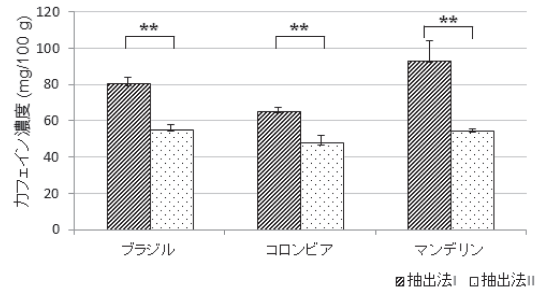


図4 コーヒー抽出液のカフェイン濃度
** : $p < 0.01$

の銘柄および抽出法により差が認められ、その値は100 gあたり約48 mgから93 mgの幅であった。本実験で用いたコーヒーの調製条件、すなわち12 gを160 mLの湯でペーパードリップする方法は、広く一般的に用いられているものである^{2,5)}。日本食品標準成分表2010⁸⁾では、コーヒー浸出液中のカフェイン含量として0.06 g/100 g(コーヒー粉末10 gを熱湯150 mLで浸出)となっており、本実験における結果と同程度であることから、今回のHPLCによる定量値は妥当なものであると考えられる。複数の報告において、コーヒー専門店の商品も含むコーヒー浸出液に含まれるカフェイン含量は30 - 55 mg/100 mL³⁾、28 - 81 mg/100 mL⁹⁾など変動が大きいことが示されており、本実験の結果はこれらの結果の範囲と比較しても矛盾するものではない。本実験で用いた「マンデリン」はインドネシアのアチェ地区で栽培されるコーヒーの豆種であり、一般にインドネシア産コーヒーは苦みが強いとされている⁵⁾。抽出法Iにおいて、3種の中でマンデリンは明らかにカフェイン濃度が高く、一般的な評価や官能的な苦みと関連しているものと考えられる。抽出法による差に着目すると、3種のコーヒー共に、抽出法Iは抽出法IIと比較して明らかにカフェイン濃度が高く、ブラジルで約1.5倍、コロンビアで約1.4倍、マンデリ

ンでは約1.7倍のカフェインが認められ、これらの差は t 検定において全て1%の危険率で有意であった(表2、図4)。つまり、コーヒーの品種・銘柄に限らず、同じカリタ式ペーパードリップ法において、湯を4回に分けて注ぐか一度に注ぐかという非常に単純な淹れ方の差で、抽出液におけるカフェイン濃度は最低でも1.4倍以上異なることが明らかとなった。さらに、抽出法Iではカフェイン濃度が最も低いコロンビアと最も高いマンデリンで約1.4倍の差があるのに対し、抽出法IIではマンデリンとブラジルに差がなく、コロンビアと比較しても約1.1倍であることから、抽出法IIではコーヒー品種による味の差を生かしくくなる可能性が示唆された。

コーヒーのドリップにおいて、コーヒー豆中の成分は単純に湯と一緒に落下するのではないと言われている⁵⁾。コーヒー豆は生豆からの乾燥および焙煎により水分の蒸発や成分の気化が生じ、豆内部に0.02 - 0.09 mm 径の空洞を有するスポンジ構造となっている。豆中の成分はその空洞壁に付着したりセルロース壁内に存在したりしており、それを湯により溶け出させる必要がある。ドリップの際に少量の湯により粉を蒸らすことにより、壁の膨張と高濃度の成分を含有する溶液が作られ、一定時間後に新たな湯を注ぐと高濃度液から低濃度液へと豆中の成分の移動が起こる。これを複数回繰り返すことにより、より濃い濃度の浸出液を出すことができる。従って、蒸らしが不十分で連続抽出されたものとはコーヒー浸出液の物質濃度に差が出るのが予想される⁵⁾。この「成分」は当然カフェインのみに限らず、コーヒーの味覚にも影響するカフェ酸やクロロゲン酸、また、コーヒーの香り成分においても同様の効果があると推定される。

コーヒーは嗜好飲料であるため、味や香りが強いものが高品質であると断定することはできない。あまり苦みの強くない、すっきりとした味わいを好む場合もあろう。日常的に行われるペーパードリップ抽出において、湯の注ぎ方だけでこのよう

に顕著なカフェイン抽出効率に差があることを認識し、各個人の好みを反映した淹れ方をすることが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) Belitz H.-D., Grosch W. (1999) 「Food Chemistry」 2nd Ed. Springer-Verlag pp874-886.
- 2) 広瀬幸雄、圓尾修三、星田宏司 (2007) 「コーヒー学入門」第1版 人間の科学新社 pp109-172.
- 3) Bell L. N., Wetzel C. R., Grand A. N. (1996) Caffeine content in coffee as influenced by trending and brewing techniques. *Food Res. Internat.* 29, 785-789.
- 4) 吉野梅夫、増野亮子、柴田宏子 (1979) 市販焙煎コーヒーの性状と成分の抽出について 家政学会誌 30, 736-739.
- 5) 広瀬幸雄 (2007) 「もっと知りたいコーヒー学」初版 旭屋出版 pp61-94.
- 6) 社内資料 (非公開). 同様の記述のある HP (<http://www.ucc.co.jp/enjoy/take/easy/paperdrip.html>, 2012年12月)
- 7) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会食品成分委員会編 (2005) 「五訂増補日本食品標準成分表分析マニュアル」初版 国立印刷局 pp124-127.
- 8) 香川芳子監修 (2012) 「食品成分表2012」初版 女子栄養大学出版部 p229.
- 9) McCusker R. R., Goldberger B. A., Cone E. J. (2003) Caffeine content of specialty coffees. *J. Anal. Toxicol.* 27, 520-522.

要旨

カリタ式ペーパードリップ法において、湯を、蒸らし時間を加えながら4回に分けて注ぐ抽出法Iと、同量の湯を一度に注ぐ抽出法IIによりコーヒー抽出を行い、それぞれのカフェイン濃度の違いをHPLCにより定量分析した。コーヒーとしては市販の焙煎直後のブラジル、コロンビアおよびマンデリンの3種を使用し、抽出直前に粉碎した。抽出法Iでは65 - 93 mg/100 g、抽出法IIでは48 - 55 mg/100 gのカフェインが抽出液に含まれることが明らかとなり、3種いずれのコーヒーにおいても、抽出法IにおいてはIIと比較して約1.4倍から約1.7倍有意に ($p < 0.01$) カフェイン濃度が高くなるこ

とが示された。

(2012年10月1日受稿)