

嗜好飲料(コーヒー・紅茶)が暗算作業における 生理・気分状態に及ぼす影響

Psycho-physiological effect of a preference beverage (coffee, tea) on mental arithmetic

関 口 晋* 江 田 智 子**

Susumu Sekiguchi

Tomoko Eda

Preference beverages such as coffee are reported to influence on the efficacies of mental arithmetic and the mood. To date, the effect of caffeine on such efficacies has also been studied. However the limited number of studies has been reported the influence of the flavor of the preference beverage. This study examined the comparison of the influence between coffee (2 types), decaffeinated coffee, tea and decaffeinated tea on the psycho-physiological status in mental arithmetic. The result of this study suggested that the flavor of the beverage has stronger effect on the mood during mental arithmetic than level of caffeine has.

I. はじめに

嗜好飲料は、気分を高める、覚醒状態を喚起する、気分を落ち着かせる、疲労感を軽減させる、といった目的で摂取されることが多いが、その作用には嗜好飲料が含有するカフェインが大きな影響を及ぼしていると考えられる^{1, 2)}。カフェインは、薬理作用として、中枢神経刺激作用、心拍数増加、心筋収縮の亢進、血圧上昇、胃酸分泌促進、利尿作用、脳外血管の弛緩、気管支平滑筋の弛緩、カテコラミン放出刺激作用を持つことが知られている³⁾。

一方で、コーヒー、紅茶、緑茶などの嗜好飲料に含まれるカフェイン量は、飲料100ml当たり約20mg～160mgと飲料によって大きく異なり、これらの飲料が生理・気分面にもたらす作用には、カフェイン以外の成分、芳香や味といった要素も影響を与えていると考えられる⁴⁾。特にコーヒーには、ポリフェノールの一種であるクロロゲン酸が含まれ、苦味や芳香をもたらすとともに、その抗酸化作用がコーヒーの持つ癌、糖尿病、動脈硬化などの予防効果に寄与していると考えられている³⁾。

嗜好飲料が気分に及ぼす作用については、その特性が最も表れやすい例の一つとして、暗算作業に関する研究例が報告されている。これらの研究例においては、暗算作業の効率に関するカフェインの影響が指摘されている⁵⁻⁷⁾。その一方、暗算作業に伴う注意集中の持続や心理及び自律神経活動、そして脳波活動に香の呈示が影響を及ぼすことも報告されている⁸⁾。

本研究は、嗜好飲料が暗算作業を行った際の作業効率や生理・気分状態に与える作用について、異なる嗜好飲料やカフェイン等錠剤の摂取を比較することで、嗜好飲料に含まれるカフェインや嗜好飲料の風味が与える影響を検討した。

Ⅱ. 方法

・参加者

郡山女子大学家政学部食物栄養学科4年生(21～22歳の女性)6名それぞれが用意された飲料、錠剤を服用し、実験を行った。参加者は、実験の概要を記した書面を用いた説明を受け、実験に参加する同意書に署名した。なお、本研究はヘルシンキ宣言に則り郡山女子大学ヒトを対象とした倫理委員会の承認を受けたものである。

・摂取物(試料)

飲料として、風味の異なるコーヒー2種類、デカフェインコーヒー、紅茶、デカフェイン紅茶の計5種類を使用した。さらに、デカフェインコーヒーの摂取に際しては、カフェイン酸錠剤もしくはクロロゲン酸錠剤を服用する場合も設け、デカフェイン紅茶の摂取に際しては、カフェイン錠剤を服用する場合も設けた。これにより、計8種類の試料パターンを設定した。

コーヒー2種類は、カフェイン等の成分含量の相異を抑えつつ対照的な風味となるよう、官能試験によって調整方法を検討した。表1に示す調整方法により、同一の市販焙煎豆種(マンデリン)を飲料容量当たり同重量(15g/350ml)用い、抽出水(硬水または軟水)、豆の挽き方(粗挽きまたは中挽き)、抽出方法(フレンチプレスまたはサイフォン)、抽出時間(16分ないし50秒)、熱処理(冷却後に加熱ないし抽出直後)を変えることによって、異なる風味の飲料サンプルとして調整した。カフェイン錠剤、クロロゲン酸錠剤の摂取量は、それぞれ製造元が定めた一回用量以下で毎回同量(カフェイン錠剤1錠、クロロゲン酸錠剤2錠)を服用した。

表1. コーヒー2種類の飲料サンプル調整方法

飲料サンプル	抽出水	豆の挽き方	抽出方法	抽出時間	熱処理
コーヒー・サンプルA	硬水(硬度約1468mg/l)	粗挽き	フレンチプレス	約16分間	抽出後に冷却してから再加熱して供用
コーヒー・サンプルB	軟水(硬度約29.8mg/l)	中挽き	サイフォン	約50秒間	抽出直後に供用

デカフェインコーヒーは、マンデリン品種の焙煎製品をコーヒー・サンプルBと同様の条件で抽出することによって調整した。この製品は、コーヒー豆中のカフェインを99.9%除去したものである。

紅茶とデカフェイン紅茶については、同一の販売会社(株式会社セレクトィー)による製品(「ケニア紅茶」と「ケニア紅茶(デカフェ)」)を茶葉(2.5g)、抽出湯量(160ml)と抽出時間(1分間)が同一となる条件で抽出し調整した。「ケニア紅茶(デカフェ)」は、茶葉に含まれるカフェインの80～90%が除去された製品である。

・暗算作業

暗算作業として、KN式クレペリン作業性格検査(社団法人雇用問題研究会)を実施した。この作業は、左右隣り合わせの2つの数字の加算を1分間連続的に行うことを1ラウンドとし、15ラウンドを1セットとして作業量を測定した。本来のKN式クレペリン作業性格検査では、2セット行うが、本研究では実験参加者の負担を考慮し、1回の作業を1セットとして実施した。

・風味に関する検査

各飲料の風味や好みを調べるため、アンケート形式の調査票を用いて、全18項目の質問項目(酸味、苦味、コク、口当たり、好み、美味しさ、すっきり感、濃さ、粉っぽさ、まろやか、しつこさ、刺激的、香ばしさ、繊細さ、ひろがり、調和がとれている、後味の残量感、後味の良さ)への5段階評価を各飲料・錠剤摂取後に実施した。

・生理状態の測定、気分状態の検査

生理状態の指標として、各飲料・錠剤摂取後とそれに続く暗算作業の後それぞれに、脈拍、血圧、唾液アミラーゼ活性(ニプロ社製唾液アミラーゼモニター使用)を測定した。また、暗算作業後には、フリッカー値測定器(竹井機器工業株式会社)により疲労度を測定した。

気分状態については、アンケート形式の調査票を用いて、質問項目への5段階評価を各飲料・錠剤摂取後とそれに続く暗算作業後に実施した。質問項目は、各飲料・錠剤摂取後が7項目(集中力、リラックス、頭のさえ、高揚感、眠気、落ち着き、ぼんやり感)、暗算作業後が9項目(集中力、リラックス、頭のさえ、高揚感、眠気、落ち着き、ぼんやり感、達成感、疲労感)である。

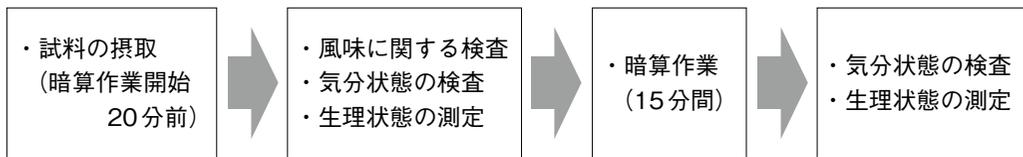


図1. 実験手順の模式図

Ⅲ. 結果

・作業効率

ラウンドごとの平均作業量の比較においては、いずれの試料摂取のパターンにおいても、第1ラウンド(最初の1分目)が最も高い値を示した(図2)。また、第1ラウンドから第3ラウンドにかけて、平均作業量が低下する傾向も、全試料摂取パターンにおいて、ほぼ共通していた(図2)。

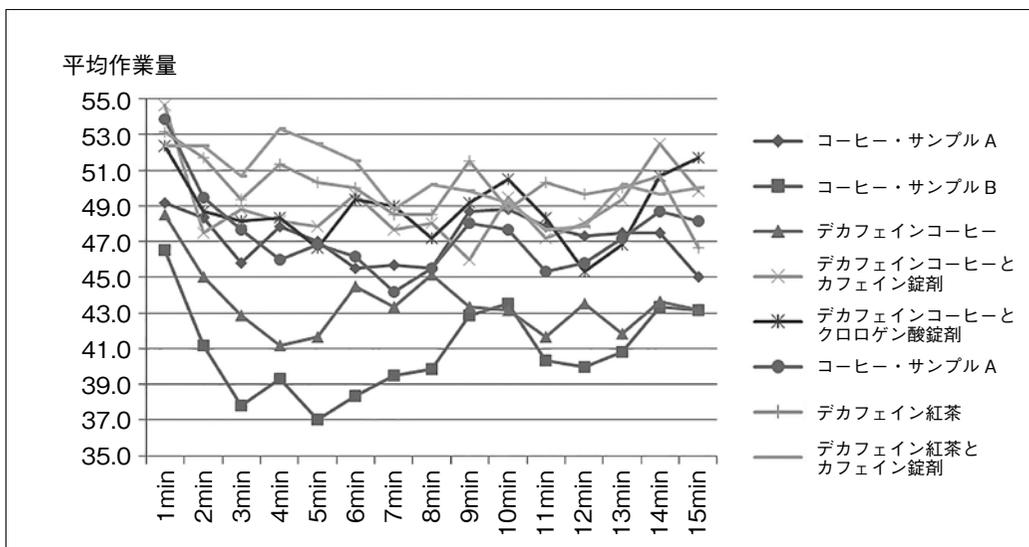


図2. KN式クレペリン作業性格検査の各ラウンドにおける平均作業量

第1ラウンド、第3ラウンド、1セット全体(15ラウンド総合)の各平均作業量について、試料間の比較においては、カフェインによる作業効率の上昇効果は示されなかった(危険率5%)。いずれの場合にも、コーヒー・サンプルBについての値はデカフェインコーヒー・サンプルについての値を下回っており、紅茶サンプルについての値はデカフェイン・紅茶サンプルについての値を下回っていた。カフェイン錠剤やクロロゲン酸錠剤を服用した場合についても、顕著な作業効率の上昇は示されなかった(危険率5%)。

嗜好飲料(コーヒー・紅茶)が暗算作業における生理・気分状態に及ぼす影響

一方、コーヒーのサンプル間の比較としては、いずれの場合にもコーヒー・サンプルAの値が最も高く、コーヒー・サンプルBの値が最も低く、第3ラウンドの平均作業量の比較においては、コーヒー・サンプルAとコーヒー・サンプルBの間でt検定(IBM SPSS statistics 22)により、 $p < .05$ で有意差が認められた。

表2. 摂取した試料ごとの平均暗算作業量(標準偏差)

ラウンド または セット	コーヒー・ サンプルA	コーヒー・ サンプルB	デカフェイン コーヒー	デカフェイン コーヒーと カフェイン 錠剤	デカフェイン コーヒーと クロロゲン酸 錠剤	紅茶	デカフェイン 紅茶	デカフェイン 紅茶と カフェイン 錠剤
第1ラウンド	49.2 (±14.9)	46.5 (±11.3)	48.5 (±16.1)	54.7 (±19.4)	52.3 (±24.3)	53.8 (±18.5)	53.2 (±14.0)	52.3 (±17.2)
第3ラウンド	45.8 (±11.1)	37.8 (±4.8)	42.8 (±15.5)	48.8 (±18.9)	48.2 (±20.5)	47.7 (±14.2)	49.3 (±11.0)	50.7 (±15.2)
1セット	47.2 (±9.2)	40.9 (±8.5)	43.5 (±15.2)	49.0 (±20.6)	48.8 (±19.4)	47.4 (±13.1)	50.0 (±9.2)	50.4 (±13.9)

・生理状態(脈拍、唾液アミラーゼ活性、疲労度)

各試料が与える生理状態への影響について、試料間の差に明確な傾向は認められなかったが、コーヒー・サンプルBの場合については、作業後の脈拍平均値及び作業後の唾液アミラーゼ活性平均値が試料間の比較で最大値を示しており、フリッカー値は同様に最低値を示していた(最も高い疲労度を示していた)。

・飲料の「おいしさ」や「好み」

調査票を用いたアンケートによる質問項目「おいしさ」や「好み」の5段階評価においては、そのどちらにおいても、コーヒー・サンプルAが最も低い値を示し、紅茶サンプルが最も高い値を示した。デカフェインコーヒー・サンプルやデカフェイン紅茶サンプルの「おいしさ」や「好み」は、カフェインを含有した飲料サンプルのそれらと比較してほぼ同程度の値を示しており、この比較において統計的に有意な差(危険率5%)は見られていないことから、カフェインが飲料サンプルの「おいしさ」や「好み」に影響を及ぼしたという結果は得られていない。

・気分状態

調査票を用いたアンケートによる質問項目「リラックス」や「落ち着き」と飲料の「おいしさ」や「好み」について、本研究で使用した飲料サンプルによって得られた度合いをまとめた

嗜好飲料(コーヒー・紅茶)が暗算作業における生理・気分状態に及ぼす影響

ものが表3となる。検定結果として、有意差が認められたものを図3, 4, 5に示す。

作業前の「リラックス」や「落ち着き」の度合いの平均について、コーヒー・サンプルAと紅茶サンプルの間ではt検定 (IBM SPSS statistics 22) により、 $p < .05$ で有意差が認められている (図3, 4)。

表3. 風味に関する検査と気分状態の検査についての質問項目における度合いの高さと各試料摂取の関係

度合いの 高さの 順位	風味の質問項目		気分状態 (作業前) の質問項目	
	おいしさ	好み	リラックス	落ち着き
1位	紅茶	紅茶	紅茶	紅茶
2位	デカフェイン紅茶		デカフェイン紅茶	デカフェイン紅茶
3位	デカフェインコーヒー	デカフェイン紅茶 デカフェインコーヒー	デカフェインコーヒー	デカフェインコーヒー デカフェイン紅茶 とカフェイン錠剤
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7位	デカフェインコーヒー とクロロゲン酸錠剤	デカフェインコーヒー とクロロゲン酸錠剤	デカフェインコーヒー とクロロゲン酸錠剤	コーヒー・サンプルB
8位	コーヒー・サンプルA	コーヒー・サンプルA	コーヒー・サンプルA	コーヒー・サンプルA

一方、作業前後の比較においては、作業前の「リラックス」の度合いが高い試料(デカフェインコーヒー、紅茶、デカフェイン紅茶、デカフェイン紅茶とカフェイン錠剤)についてt検定 (IBM SPSS statistics22) により $p < .001$ で有意差が認められたため、これらの試料が「リラックス」やに与える影響は、今回のクレペリン作業終了時までには継続しないことが示された。

嗜好飲料(コーヒー・紅茶)が暗算作業における生理・気分状態に及ぼす影響

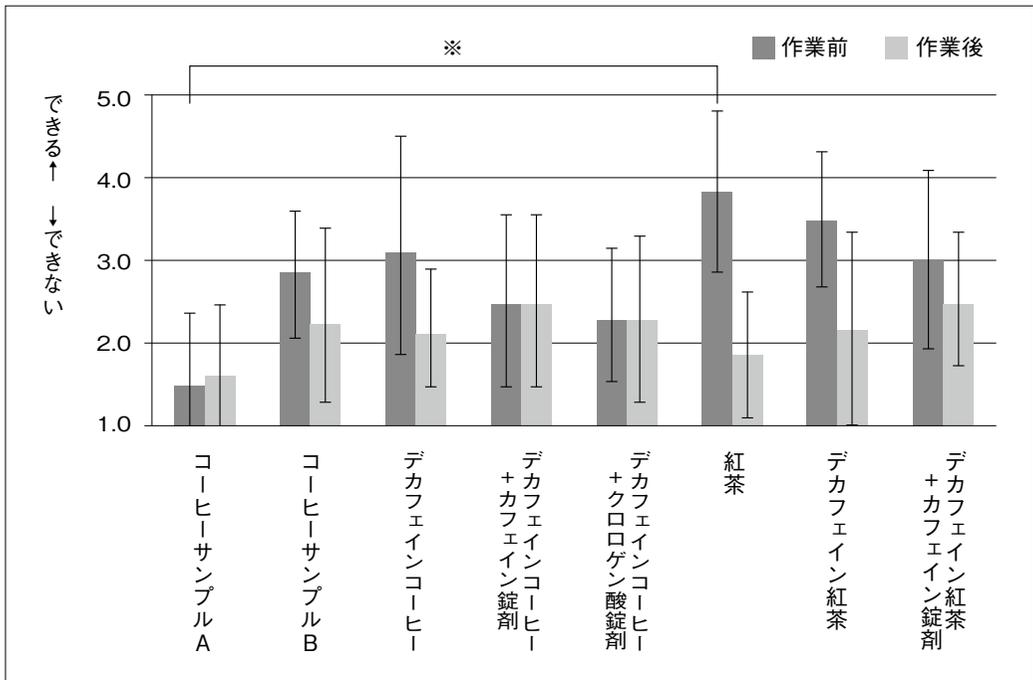


図3. 各試料摂取後における気分状態の検査についての質問項目「リラックス」における度合いの高さ
※p<.05

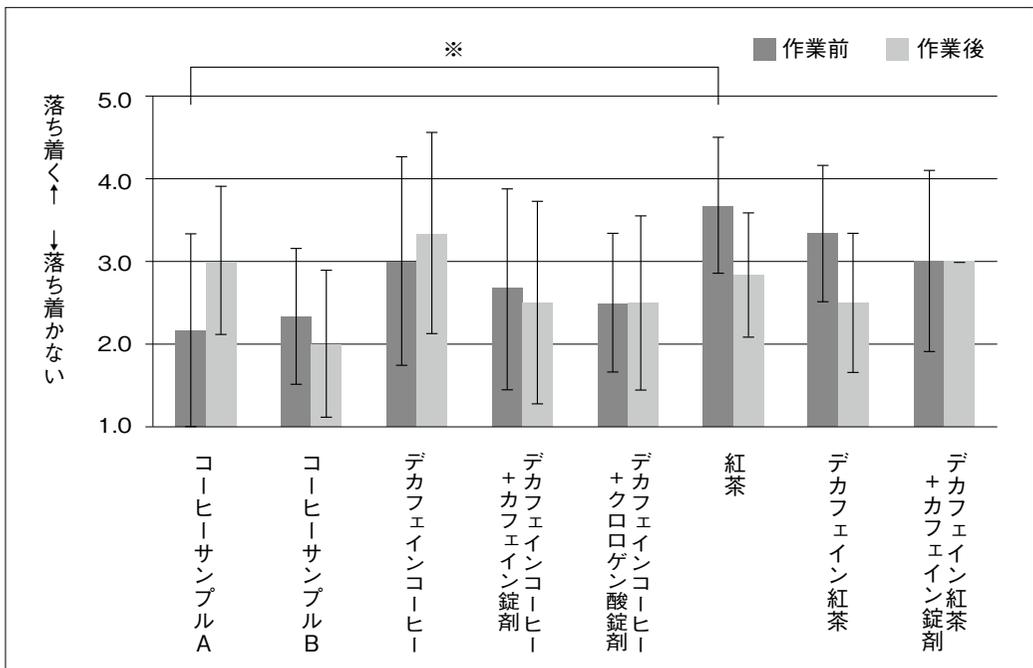


図4. 各試料摂取後における気分状態の検査についての質問項目「落ち着き」における度合いの高さ
※p<.05

調査票を用いたアンケートによる質問項目「ぼんやり感」の作業前の度合いについては、飲料の「おいしさ」や「好み」と関連性が「リラックス」や「落ち着き」と同様の傾向を示している一方で、「ぼんやり感」の作業後の度合いは作業前と同程度の値を示しており、試料全てについて作業前と作業後の比較では、t検定(IBM SPSS statistics22)により「リラックス」では $p < .001$ で有意差が認められたのに対し、「ぼんやり感」では有意差が認められなかった。これより、「ぼんやり感」に与える飲料の影響は、作業後まで継続することが示唆された。

作業後の「ぼんやり感」の度合いの平均について、コーヒー・サンプルAと紅茶サンプルの間ではt検定(IBM SPSS statistics22)により、 $p < .05$ で有意差が認められている(図5)。

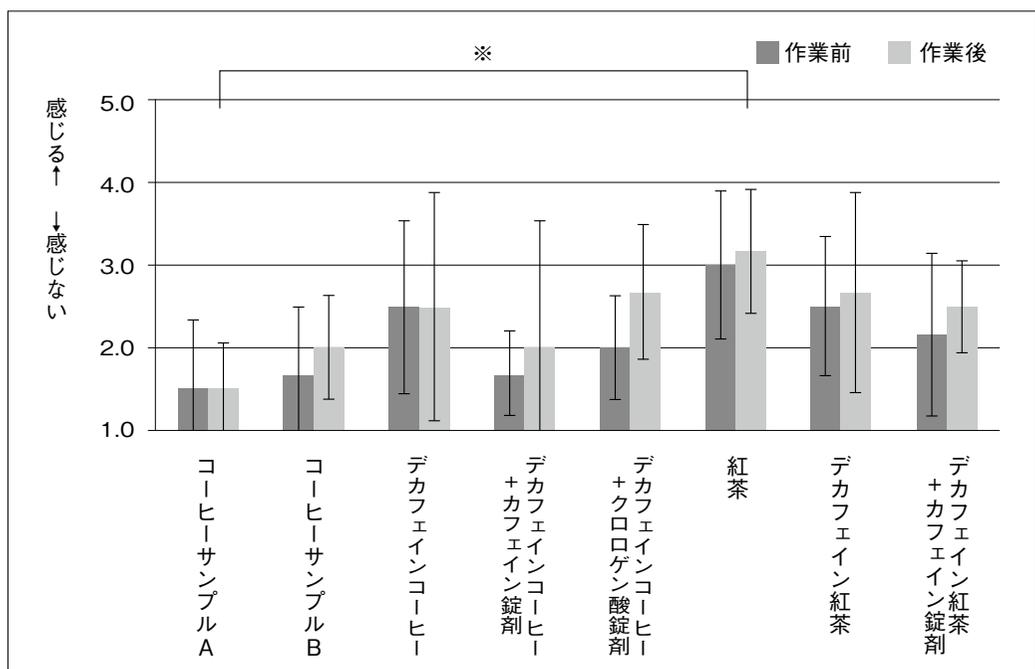


図5. 各試料摂取後における気分状態の検査についての質問項目「ぼんやり感」における度合いの高さ
※ $p < .05$

一方、調査票を用いたアンケートによる質問項目「集中力」、「頭のさえ」、「高揚感」、「眠気」、「達成感」、「疲労感」に関する気分の度合いについては、飲料の「おいしさ」や「好み」との統計的に有意差のある関連性は示されなかった。また、「集中力」や「頭のさえ」の度合いにおいては、それぞれ図6、図7に示す通りカフェインを含んだ飲料についての値とカフェインを含んでいない飲料についての値の間で統計的に有意な差が示されなかった。

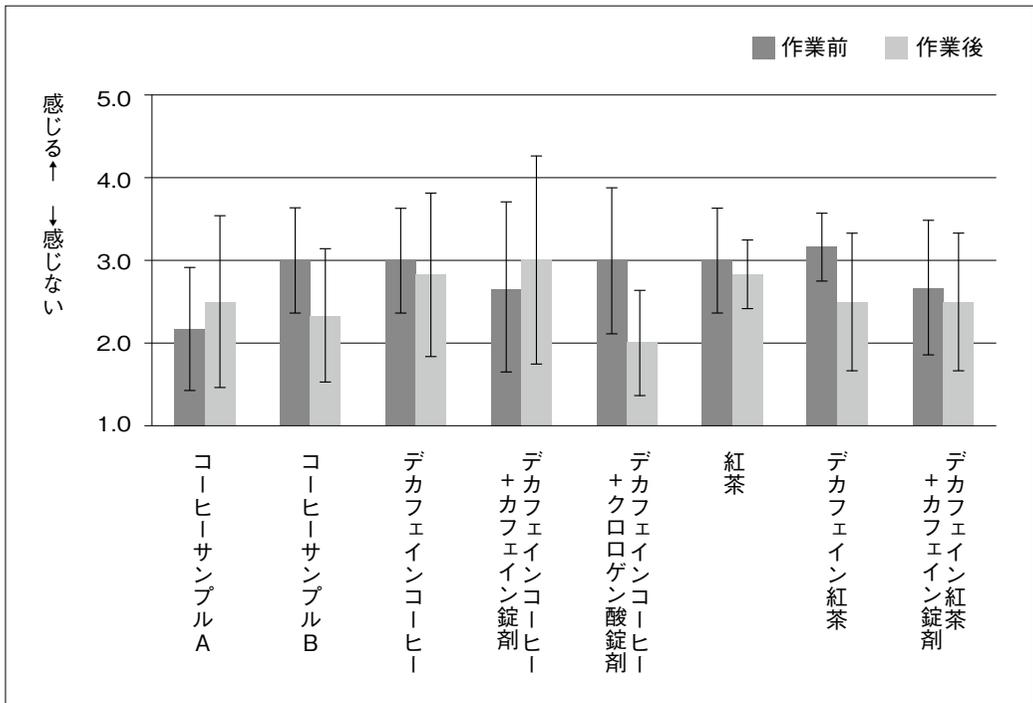


図6. 各試料摂取後における気分状態の検査についての質問項目「集中力」における度合いの高さ

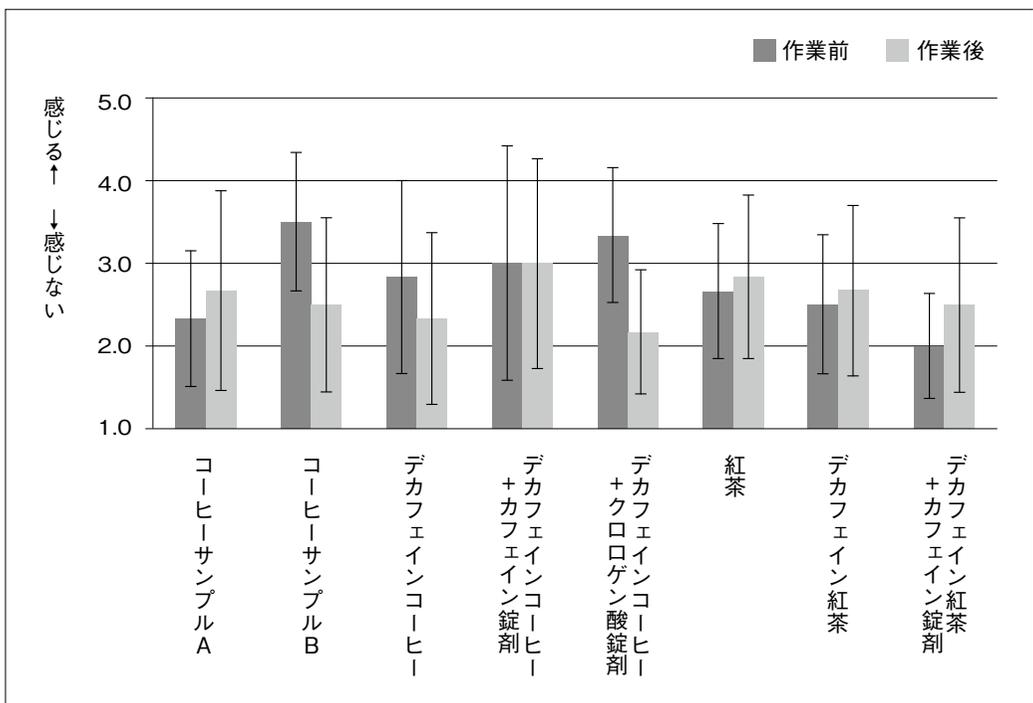


図7. 各試料摂取後における気分状態の検査についての質問項目「頭のさえ」における度合いの高さ

「集中力」、「頭のさえ」、「高揚感」、「眠気」、「達成感」、「疲労感」の質問項目における気分の度合いは、試料間における差が少なく統計的に有意な差ではなかったことから、試料による明確な影響は検出されなかった。これより、本研究においては、これらの気分に対するカフェインの影響は示されなかった。

IV. 考 察

本研究では、注意集中状態を検証する暗算作業(KN式クレペリン性格検査)について、嗜好飲料(コーヒー、紅茶)の風味や含有カフェインが作業効率や生理・気分状態に与える影響を検討した。既報においては、カフェインによる暗算作業(内田クレペリン検査)の作業効率上昇が示されているが⁵⁻⁷⁾、本研究の結果からは、暗算作業の作業効率に対するカフェインの影響は示されなかった。表2に示される通り、第3ラウンドの平均作業量の比較において、コーヒー・サンプルAとコーヒー・サンプルBの間で統計的に有意な差が認められた一方で、これら両試料とデカフェインコーヒーとの間では統計的に有意な差が認められず、かつ全15ラウンド中13ラウンドにおいて、平均作業量の多い順番がコーヒー・サンプルA、デカフェインコーヒー、コーヒー・サンプルBであったことから(図2)、飲料の風味が作業効率に影響を与えることが示唆されたと考えられる。

また、摂取する飲料の風味には活力感を高める効果があることやノンアルコールビールにリラックス効果があることが既報で示されている^{9,10)}。本研究で用いられた飲料の比較においても、図3、図4、図5で示される通り、紅茶についての値とデカフェイン紅茶についての値を比較した差よりも、紅茶についての値とコーヒー・サンプルAについての値を比較した差の方が大きい値となっており、気分状態に対する味の影響はカフェインの影響を上回る場合があることが示されている。カフェインが有する覚醒効果からは、気分の状態として、「集中力」や「頭のさえ」が高くなることが期待されたが、図6や図7が示す通りデカフェイン飲料との比較からはカフェインのこの作用は認められなかった。この点については、本研究の参加者が全員21～22歳の女性であり、風味に対しての感受性が高く風味が気分により強く作用する対象群であったためである可能性がある。嗅覚は、ほかの感覚器と同様に、その機能が加齢とともに低下することがよく知られており、16～35歳の群が最も良好であったことが報告されている¹¹⁾。

飲料に含まれるカフェイン量(飲料100ml当たり)については、レギュラーコーヒーで約60mg、紅茶で約30mg、玉露で約160mgが目安であるとされており(五訂日本食品標準成分表)、カフェイン含有飲料によってもその量には開きがあることが示されている。本研究で服用されたカフェイン錠剤のカフェイン量は1回に100mg(1錠当たり)であるが、このような日常生活で一般的に摂取されるカフェイン量が与える影響と味や風味が与える影響の違いについては、

報告例が少なく、飲料の摂取がもたらす全般的な作用を理解するためには、さらなる知見の積み重ねが必要であると考えられる。

また、飲料がもたらす作用については、特にコーヒーの場合にクロロゲン酸等のポリフェノール化合物に関して報告例があるが、本研究におけるクロロゲン錠剤の摂取においては、暗算作業の効率やその際の生理・気分状態への影響は示されなかった。本研究では、実験参加者の拘束による負担を考慮し、カフェイン錠剤やクロロゲン錠剤の服用は、飲料の摂取時に行われており、この服用から作業開始までの時間を20分間と設定している。カフェインの吸収から最高血中濃度到達までの時間については、最近の報告では摂取約1時間後という例があり¹²⁾、この報告における結果からは摂取カフェインの大半は約30分間で吸収されることが示されているが、本研究では暗算作業中にカフェイン血中濃度が上昇している時間設定となっていることから、カフェインの作用が最大限に反映される実験手順とはなっていない可能性があり、このような実験手順の調節は、今後の研究の課題である。

嗜好飲料の摂取には、様々な気分の改善、作業効率の向上や疲労回復などへの期待が伴うが¹³⁾、飲料がもたらす各種の作用について、どのような場合にカフェインのように薬理的な効果を有する物質による作用がより関連し、どのような場合に風味やその嗜好がもたらす作用がより関連するのか、さらなる研究例の蓄積による解明が望まれる。

謝 辞

本研究にご協力を頂いた参加者の方々に謝意を表します。

引用文献

- 1) 赤池紀生、濱本純華：1杯のコーヒーから、保健科学研究誌，12巻，109-113頁，2015.
- 2) 斎藤貴江子、佐野満昭、中村順行：低カフェイン茶の特性とその嗜好性，日本未病システム学会雑誌，23巻，41-45頁，2017.
- 3) 今西二郎：健康法 うそ？ほんとう？(IV) コーヒーの功罪，環境と健康，30巻，136-141頁，2017.
- 4) 大野敦子、矢田幸博、柘植理弘、北條寛、佐久川千津子：紅茶“ダーズリンティー”の香りの嗜好性と心理・生理に及ぼす効果の検討，日本味と匂学会誌，第51回大会Proceeding集，S113-S116頁，2017.
- 5) 山内一史、望月悦子、田中裕二、丸山良子、石川稔生：暗算作業量に対するカフェインの効果—インスタントコーヒーを用いて—，千葉大学看護学部紀要，5巻，7-12頁，1983.
- 6) 山内一史、望月悦子、田中裕二、丸山良子、石川稔生：暗算作業量に対するカフェインの効果 第2報，千葉大学看護学部紀要，11巻，1-7頁，1989.
- 7) 宇根桐子、今井昭一：計算能力に対するカフェインの作用—二重盲検法による学生実習での検討

- 一, 沖縄県立看護大学紀要, 2巻, 51-57頁, 2001.
- 8) 小池貴行、山田弘司、金木則明、上村浩信：暗算課題による心理・生理応答への香り呈示の効果, 日本感性工学会論文誌, 12巻, 229-237頁, 2013.
- 9) 橋爪秀一、河野貴美子、小久保秀之、山本幹男、桂川秀嗣、鎌田明彦、渡辺恒夫：嗜好品(ノンアルコールビール)のリラックス効果, *J. Intl. Soc. Life Info. Sci.*, 33巻, 48-52頁, 2015.
- 10) 松本彩和、淵本潤、坂井信之：エナジードリンク風味の飲料が作業と気分に及ぼす心理的影響の検討, 日本味と匂学会誌, 20巻, 387-390頁, 2013.
- 11) 藤尾久美、井之口豪、福田有里子、黒木俊介、古閑紀雄、丹生健一：オープンエッセンスによる嗅覚加齢性変化のスクリーニング, 目耳鼻, 121巻, 38-43頁, 2018.
- 12) John R.White, Jr, Jeannie M.Padowski, Yili Zhong, Gang Chen, Shaman Luo, Philip Lazarus, Matthew E.Layton and Sterling McPherson : Pharmacokinetic analysis and comparison of caffeine administered rapidly or slowly in coffee chilled or hot versus chilled energy drink in healthy young adults, *Clinical Toxicology*, 54巻, 308-312頁, 2016.
- 13) 渡邊映理、木村真理、今西二郎：緑茶の疲労回復効果, 日本補完代替医療学会誌, 10巻, 9-16頁, 2013.