

緑茶成分テアニンの自律神経活動に及ぼす影響

畠山 英子・山口 政人

(感性福祉研究所)

はじめに

緑茶は日本の伝統的嗜好飲料として、我々の生活に深くかかわりを持ち続けている。最近、健康志向ブームにより緑茶の需要が高まっているが、これは缶飲料やペットボトル飲料の普及により手軽に飲用が可能になったことのほかに、緑茶の含有成分やその生理機能に関する活発な研究の成果に負うところも少なくない。緑茶に含まれるポリフェノール類の抗酸化作用、抗腫瘍作用、抗菌作用、虫歯予防作用、動脈硬化抑制作用など¹⁻⁵⁾がその例である。緑茶中の呈味成分と嗜好性に関する研究のうち、人を対象にして行われた研究としては、含有量が多い緑茶の旨味成分であるアミノ酸の一種、テアニン(L- γ -グルタミルエチルアミド)のリラックス効果が挙げられるが、この類の研究報告は極めて少なく未解明な点が非常に多い。テアニン摂取後の脳波計測によりリラックス時出現する α 波の増加が観察されたという研究報告⁶⁾を基に、現在、テアニンはストレス緩和に寄与する食品成分として食品添加物として認可を受けている。しかし、人を被験者として用い、テアニンの精神活動への影響について科学的実証を試みた研究例は、脳波計測によるリラックス効果以外には報じられていないのが現状である。そこで本研究では、学習や記憶等の課題遂行に伴う人の自律神経活動の変化に着目し、日本人が愛飲する緑茶成分テアニンの精神活動への寄与について検討を加えたので報告する。

研究手法の概要

テアニンの自律神経活動への影響を調べるために、指標としてテアニン溶液摂取後の課題遂行時の脈拍、収縮期血圧ならびに拡張期血圧の変化を用いた。これらの計測には非観血計測が可能であるフィナプレス法を用いた。フィナプレス法は非侵襲性、計測時ストレス負荷の低減能、リアルタイムな情報提供能とその連続性、脈拍、収縮期血圧ならびに拡張期血圧の同時計測能などの特長を有する⁷⁾。計測部位は左手中指のみであり、その簡便さからも本研究目的に適している手法であると考えられる。

実験方法

1) 被験者：被験者は20～23歳の健康な男子大学生10名とした。人を対象とする実験であることから、ヘルシンキ宣言に則し、インフォームドコンセントを得た上で全被験者から研究協力同意書への署名捺印をもらった。

2) 供試料：市販L-テアニン(L- γ -グルタミルエチルアミド)200mgを100mlの蒸留水に溶解して飲用試料とし、対照試験には100mlの蒸留水を用いた。この濃度のテアニン溶液は無味無臭であり、被験者全員が蒸留水と識別できていないことを計測終了後に確認した。

3) 計測機器：脈拍、収縮期血圧、拡張期血圧の計測には、フィナプレス オメガ2300(指式非観血的連続脈拍・血圧計：オメガ社製)を用いた。

4) 計測条件：室温24°C、相対湿度60%、照度40lxに制御した人工気候室内で、椅子座位で計測を実施した。

5) 実験プログラム：実験の流れを図1に示した。被験者には計測開始2時間前から絶食、計測開始40分前にテアニン溶液を摂取してもらった。実験は被験者ならびに教示担当者が試料の内容を知らされないやり方であるダブルブラインド法で実施した。テアニン溶液の摂取前と摂取40分後に気分の変容について調べた後、椅子座位で安静状態を保ってもらった。機器の安定状態を確認した後、3種類の課題を遂行してもらい、その過程の自律神経活動変化を毎秒連続計測した。

6) 気分の変容の把握：気分状態の変容については、気分状態プロフィールテスト(POMSテスト)により調べた。市販の日本語版POMS(金子書房発行)を用いて、その時の「緊張—不安」「抑うつ—落ち込み」「怒り—敵意」「活気」「疲労」「混乱」全6項目の気分状態尺度得点を求めた。

7) 遂行課題：以下に示す「暗算課題」「短期記憶課題」「文字消去課題」の3種類の課題をノートパソコンを用いて課した。ノートパソコンの操作法については事前に十分な説明を行った。課題の呈示順序はランダムとした。

「暗算課題」の90秒間継続して17の加算を行うものであった。終了時に暗算結果を答えてもらうので、途中で放棄することのないよう事前に教示した。また、被験者は珠算経験のないことを

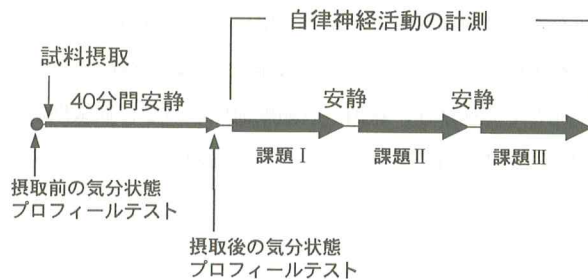


図1 実験の流れ

(課題I・II・IIIは、ランダムな暗算課題、短期記憶課題、文字消去課題を示す。)

条件に選択した。

「短期記憶課題」の課題数は10問で、1文字ずつパソコン画面に表示される8桁の数値を記憶し、10秒後に数値をキーボードで入力してもらうというものであった。課題終了時点で作業終了としたために、終了時間は被験者により異なった。

「文字消去課題」は、画面上にランダムに配列されたアルファベット400文字の中から、検索文字3文字に印を付け、それ以外の文字は消去するという内容であった。この課題も全検索が済んだ時点で作業終了としたために、終了時間は被験者により異なった。

8) 解析の方法: 課題遂行前の安静時10秒間の毎秒計測平均値を100としたときの相対値を算出した。各課題遂行時の毎秒計測データにつき、課題遂行前10秒間の平均値に対するt検定を行い、有意差をチェックした。

結果と考察

テアニンの学習への影響

暗算課題遂行時の自律神経活動変化を調べ、テアニンの学習への影響を解析した。自律神経活動の指標とした脈拍、収縮期血圧、拡張期血圧の計測結果を図2および図3に示した。脈拍では、蒸留水摂取の場合、課題遂行の開始10秒までに有意に上昇し、さらに35秒後まで徐々に上昇した後、一定のレベルを維持した。一方、テアニン溶液を摂取した場合、課題遂行の開始10秒後までに有意に上昇した後、そのレベルを維持しながら課題終了まで安定状態を示した。収縮期血圧では、蒸留水摂取の場合、有意な上昇は見られなかったが、テアニン溶液摂取の場合には、課題遂行の開始12秒後までに有意な上昇とともに、そのレベルを維持しながら課題終了まで安定状態を示した。蒸留水摂取の場合と比較して上昇の程度が高い傾向にあった。拡張期血圧では、蒸留水摂取の場合、課題遂行の前半と後半において有意な上昇を示したのに対し、テアニン溶液摂取の場合には、課題遂行開始直後から有意な上昇を示した後は、課題遂行終了まで顕著な変動はなく安定していた。そのレベルは蒸留水摂取の場合と比較して高い傾向にあった。これらのことから、テアニン溶液摂取の場合には、暗算課題遂行時の収縮期血圧および拡張期血圧の上昇程度が蒸留水摂取の場合と比較して大きいことが確認された。暗算課題遂行時の自律神経活動変化のパターンから、テアニンは、脈拍、収縮期血圧、拡張期血圧の安定に寄与することが示唆された。図4に、暗算課題遂行の開始から終了までの全体的自律神経活動変化を示した。このグラフは毎秒計測値の総和を課題遂行時間90秒で除し、蒸留水とテアニンの違いを明らかにするために作成したものである。このグラフでは、暗算課題遂行中の自律神経活動が遂行前に対してどの程度上昇したのかを全体的に捉えることができる。テアニン溶液摂取の場合には、収縮期血圧および拡張期血圧は蒸留水に対して有意に上昇していることが分かった。脈拍ではテアニン溶液摂取により有意に減少した。

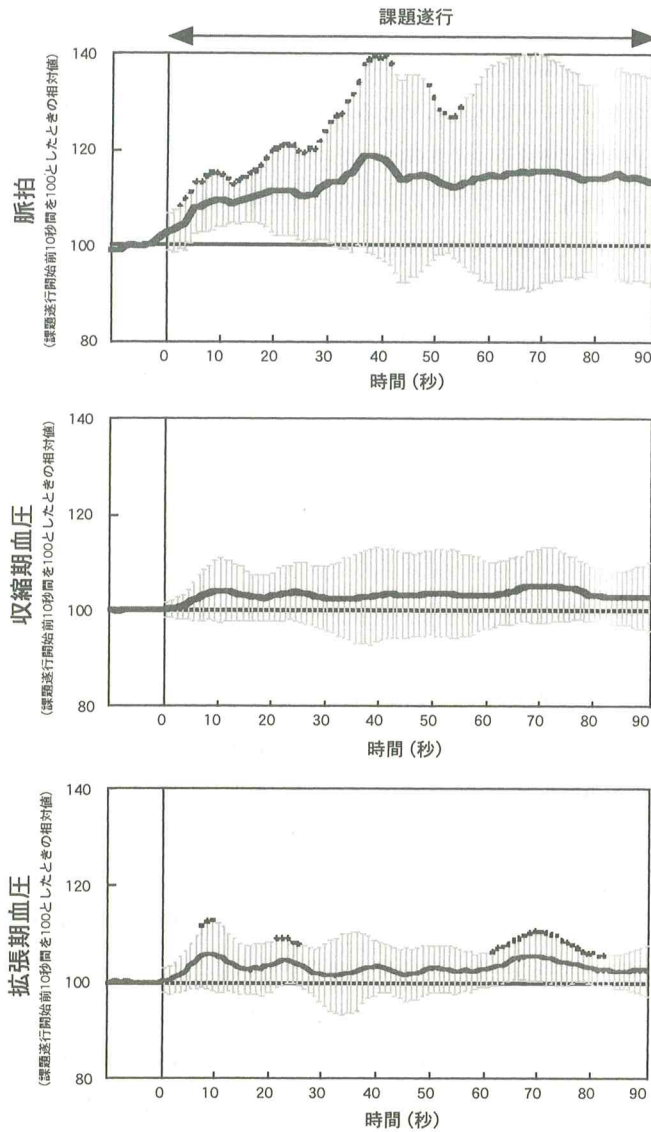


図2 暗算課題遂行時の自律神経活動の時系列変化—蒸留水摂取の場合—
 n=10 平均値±標準誤差 ★★: $p<0.01$ ★: $p<0.05$

暗算課題遂行後の加算回答の平均値は、蒸留水摂取の場合 369、テアニン溶液摂取の場合 390 という結果が得られ、両者に顕著な差異は認められなかった。

以上のことから、テアニンには、暗算課題遂行によって生ずる脈拍の昂進を抑えつつ、収縮期血圧ならびに拡張期血圧の昂進をもたらし、課題遂行に伴う自律神経活動変化を安定な状態にするという効果をもつことが明らかとなり、学習への影響があることが認められた。

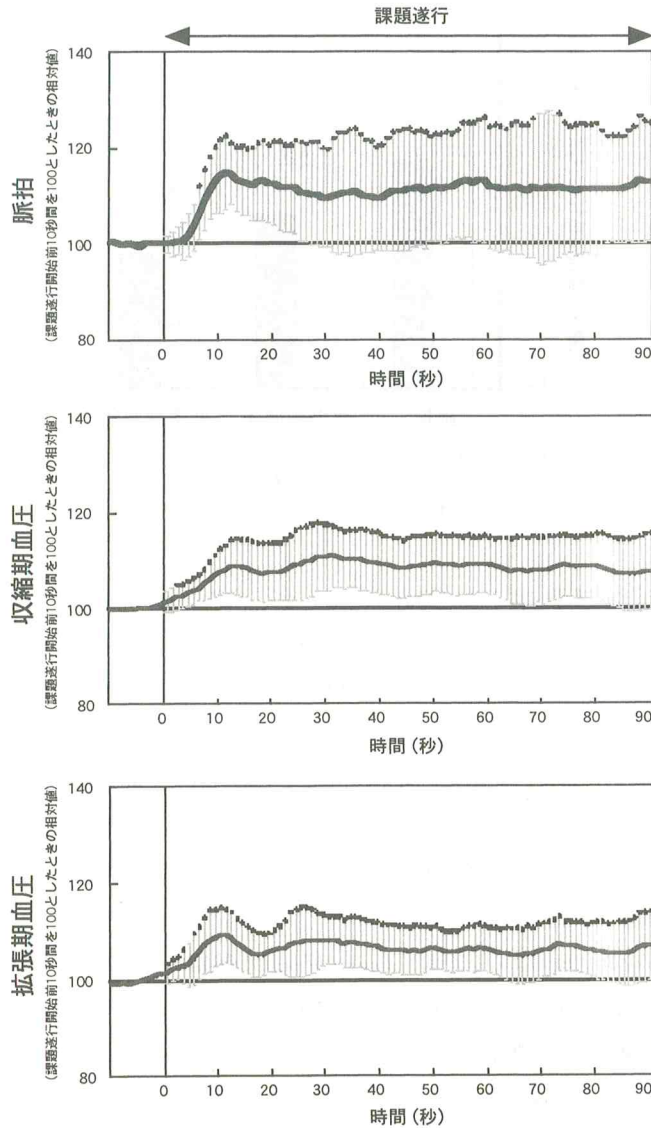


図3 暗算課題遂行時の自律神経活動の時系列変化—テアニン溶液摂取の場合—
 n=10 平均値±標準誤差 ★★: $p<0.01$ ★: $p<0.05$

テアニンの短期記憶への影響

短期記憶課題遂行の終了時間は、被験者により差異（最短 224 秒，最長 361 秒）が見られたので、全被験者分の計測データを解析するために、224 秒までのデータを用いて解析を行った。脈拍では、蒸留水摂取ならびにテアニン溶液摂取の場合ともに同様な変化のパターンを示した。課題遂行の開始 10 秒後までに有意に上昇した後、80 秒後まで若干減少傾向を示し、その後は一定のレベルを維持した。収縮期血圧では、蒸留水摂取の場合、課題遂行の開始 10 秒後までに有意な上

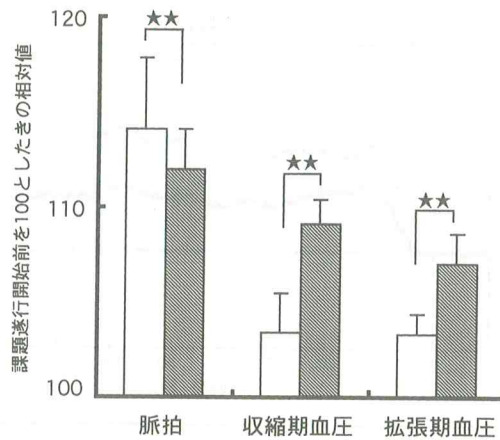


図4 暗算課題遂行時の自律神経活動
 n=10 平均値±標準誤差 **：p<0.01 *：p<0.05
 □：蒸留水 ■：テアニン

昇を示し、その後は課題遂行終了まで顕著な変化もなく一定のレベルを維持した。テアニン溶液摂取の場合にも、課題遂行の開始10秒後までに有意な上昇とともに、そのレベルを維持しながら課題遂行終了まで安定状態を呈した。蒸留水の場合と比較して、その上昇の程度は大きい傾向にあった。拡張期血圧においても、蒸留水ならびにテアニン溶液摂取の場合ともに同様な変化のパターンを示した。この内容は、課題遂行の開始10秒までに有意な上昇を示した後、40秒後まで減少傾向にあったが、その後は再び有意な上昇を示し、一定のレベルを維持するというものであった。しかし、その上昇の程度や安定状態の維持については、蒸留水の場合よりもテアニン溶液摂取の場合の方が顕著であった。これらのことより、テアニン溶液摂取の場合には、短期記憶課題遂行時における収縮期血圧および拡張期血圧の上昇程度が蒸留水摂取の場合に比べて大きいことが確認され、さらに、脈拍、収縮期血圧ならびに拡張期血圧の安定に寄与することが示唆された。図5に、短期記憶課題遂行の開始から終了までの全体的自律神経活動変化を示した。このグラフは毎秒計測値の総和を課題遂行の最短時間224秒で除し、蒸留水とテアニンの違いを明らかにするために作成したものである。このグラフでは、短期記憶課題遂行中の自律神経活動が遂行前に対してどの程度上昇したのかを全体的に捉えることができる。テアニン溶液摂取の場合、収縮期血圧および拡張期血圧が蒸留水に対して有意に上昇していることが分かった。脈拍には試料間に有意差は見られなかった。

短期記憶課題遂行後のエラー数と所要時間を調べた結果、平均エラー数は蒸留水摂取の場合11、テアニン溶液摂取の場合12、課題終了までの平均所要時間は、蒸留水摂取の場合277秒、テアニン溶液摂取の場合265秒という結果が得られた。テアニン溶液摂取の方がわずかにエラー数が多く、所要時間が短いことが分かった。

以上のことから、テアニンには、短期記憶課題遂行時の収縮期血圧ならびに拡張期血圧の昂進

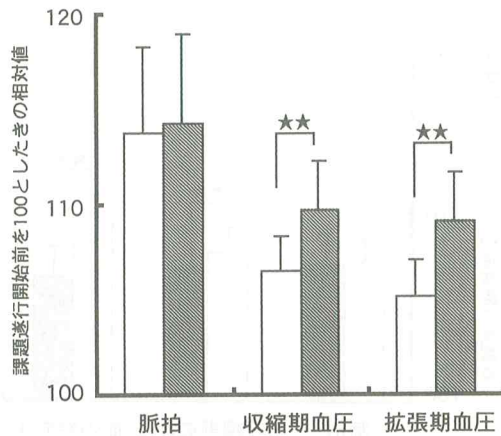


図5 短期記憶課題遂行時の自律神経活動
 n=10 平均値±標準誤差 ***: p<0.01 **: p<0.05
 □: 蒸留水 ■: テアニン

をもたらし、課題遂行に伴う自律神経活動変化を安定な状態にするという効果をもつことが明らかとなり、短期記憶への影響があることが認められた。

テアニンの作業への影響

文字消去課題遂行時の自律神経活動変化を調べ、テアニンの作業への影響を解析した。パソコン画面上に配列されたアルファベット 400 文字の中から検索文字に印を付け、それ以外の文字は消去するという内容である文字消去課題は、計算や記憶のような思考を要する前述の 2 課題とは異なり、作業が主体となる点が文字消去課題の特徴である。課題の終了時間は被験者による差異 (最短 212 秒, 最長 317 秒) が見られたので、全被験者分のデータを解析するために、212 秒までのデータを用いた。脈拍では、蒸留水摂取ならびにテアニン溶液摂取の場合ともに同様な変化のパターンを示した。この内容は、課題遂行の開始 10 秒後までに有意に上昇した後、課題遂行の終了まで顕著な変化もなく一定のレベルを維持するというものであった。収縮期血圧においても、蒸留水摂取ならびにテアニン溶液摂取の場合ともに同様な変化のパターンを示した。この内容は、課題遂行の開始 10 秒後までに有意な上昇を示すと 100 秒後付近まで徐々に上昇し続け、その後は一定のレベルで課題遂行の終了まで維持されるというものであった。蒸留水摂取の場合と比較して、テアニン溶液摂取では、課題遂行に伴う収縮期血圧の上昇が若干抑えられるとともに安定な状態を示す傾向にあった。拡張期血圧においても、蒸留水ならびにテアニン溶液摂取の場合ともに、収縮期血圧変化と同様な変化のパターンを示した。これらのことより、テアニン溶液摂取による顕著な影響は認められなかったが、収縮期血圧ならびに拡張期血圧の安定に寄与する傾向が見られた。図 6 に、文字消去課題遂行の開始から終了までの全体的自律神経活動変化を示した。このグラフは毎秒計測値の総和を課題遂行の最短時間 212 秒で除し、蒸留水とテアニンの違いを明らかにするために作成したものである。このグラフでは、文字消去課題遂行中の自律神経活動が遂行

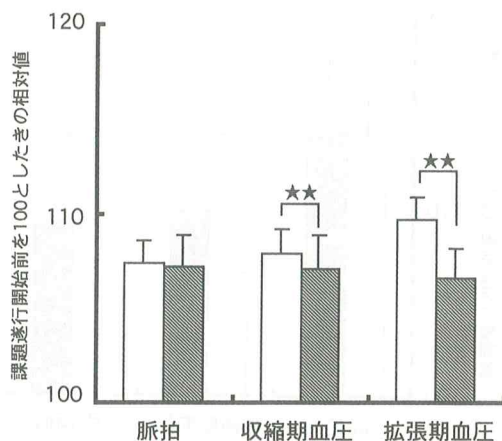


図6 文字消去課題遂行時の自律神経活動
 n=10 平均値±標準誤差 ***: $p < 0.01$ **: $p < 0.05$
 □: 蒸留水 ■: テアニン

前に対してどの程度上昇したのかを全体的にとらえることができる。テアニン溶液摂取の場合、収縮期血圧および拡張期血圧が蒸留水に対して有意に減少していることが分かった。脈拍には試料間に有意差は見られなかった。

文字消去課題遂行後のエラー数と所要時間を調べた結果、平均エラー数は蒸留水摂取の場合3、テアニン溶液摂取の場合2で、課題終了までの平均所要時間は蒸留水摂取の場合264秒、テアニン溶液摂取の場合263秒であった。テアニン溶液摂取によってエラー数が減少する傾向が認められたが、所要時間は蒸留水摂取と同程度であった。

以上のことから、作業が主体となる文字消去課題の場合には、学習や短期記憶課題の場合と異なり、自律神経活動変化のパターンについての試料間における差異は認められなかったものの、テアニンには、課題遂行に伴う自律神経活動の昂進を抑えつつ、安定な状態にするという効果をもつことが明らかとなり、作業への影響があることが認められた。

テアニンの気分状態への影響

テアニン溶液摂取40分後の気分状態の変容をPOMSテストにより調べた(図7)。図7-Aは、全被験者における蒸留水またはテアニン溶液の摂取前後の気分状態尺度得点の平均値を項目別に表したものである。テアニン溶液摂取により、「緊張—不安」「抑うつ—落ち込み」「怒り—敵意」項目で有意に得点が低下することが明らかになった。「疲労」「混乱」項目でも得点の低下が見られた。この傾向をさらに「緊張—不安」項目の高得点者群(図7-B)と低得点者群(図7-C)に着目して気分状態の変容を調べたところ、高得点者群でテアニン溶液摂取による得点の低下が顕著であることが分かった。

これらの結果から、テアニンは気分の変容に影響を及ぼし、緊張や不安を和らげ、抑うつ感や落ち込み感を抑制させ、怒りや敵意を鎮めることに寄与することが示唆された。

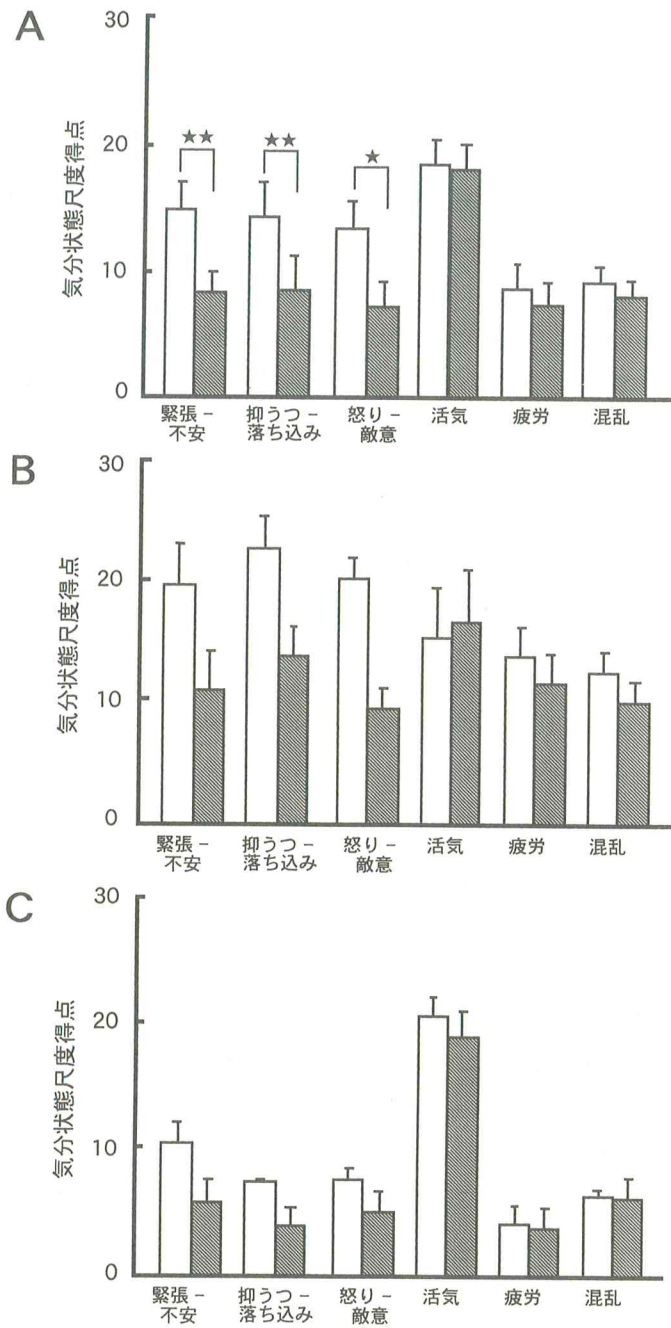


図7 テアニンの気分状態に及ぼす影響
 平均値±標準誤差 **：p<0.01 ★：p<0.05 (Wilcoxon の符号付き順位検定)
 A：全被験者 (n=9)，B：「緊張-不安」高得点群 (n=4)，C：「緊張-不安」低得点群 (n=5)
 □：蒸留水 ■：テアニン

課題遂行時の自律神経活動への影響について、気分状態尺度得点と自律神経活動とのかかわりに着目し、高得点者群と低得点者群に分けて解析してみたところ、脈拍、収縮期血圧、拡張期血圧ともに両群で顕著な差異は認められなかった。このことから、テアニンは被験者の気分状態の程度にかかわらず自律神経活動に対する作用を呈するものと考えられた。

テアニンの血圧への影響に関する知見として、横越らの動物実験による研究報告があり、テアニンの経口投与60分後のラットの血圧を調べている。健康ラットでは、投与前に対して投与後の血圧に変化は見られなかったのに対し、高血圧自然発症ラットでは有意に血圧低下が認められたことが報じられている⁸⁾。筆者らが用いた手法は、このような血圧降下作用に関する知見を得るためではなく、人の精神活動時のリアルタイムな細かな自律神経活動変化を捉えるためのものであり、本研究手法により新しい知見が得られたものと考えられる。今後の展望として、血圧調節には脳や末梢組織でのカテコールアミンやセロトニン作動性ニューロンが複雑に関与していると言われており、テアニン投与で脳内神経伝達物質の量的変動が生じるという動物実験データ⁹⁾を参考にしつつ、人を対象としたさらなる研究の深化を図ることを考えている。緑茶の精神活動に及ぼす影響を明らかにすることは、高齢者社会やストレス社会に対し、資する所が大きいものと考えられる。

ま と め

緑茶成分テアニンの脳機能調節作用について20代男子10名を被験者にして調べた。0.2%濃度のテアニン溶液100mlの摂取により、学習、記憶、作業課題遂行過程の自律神経活動ならびに気分状態に対する影響が認められた。テアニンには各種課題遂行時の脈拍、収縮期血圧ならびに拡張期血圧を昂進させ、その後の安定状態の維持に寄与する作用があることが明らかとなった。特に暗算や短期記憶のように思考を要する課題遂行においては、血圧の昂進ならびに安定に対する寄与が認められた。課題遂行成績には、蒸留水と比較して差異は認められなかった。

また、テアニンは気分状態の好転にも関わり、特に緊張や不安を和らげ、抑うつや落ち込み感を抑え、怒りや敵意を鎮める効果があることが分かった。

以上の結果より、テアニンは人を良好な気分状態に変容させ、学習、記憶ならびに作業を円滑に進める作用を有することが示唆された。

謝 辞

本研究には、「健全な食生活構築のための食品の機能性及び安全性に関する総合研究」：食品総合研究所委託研究経費を使用させていただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 佐野満昭, 富田 勲. フードケミカル, **9**, 24, 1993
- 2) Yamane, T., Takahashi, K., Kuwata, K. *et al.* *Cancer Res.*, **55**, 2081, 1995
- 3) 原 征彦, 石上 正. 日食工誌, **36**, 996, 1989
- 4) Sakanaka, S. *Agric. Biol. Chem.*, **53**, 2307, 1989
- 5) Miura, Y., Chiba, T., Tomita, I., Koizumi, H. *et al.* *J. Nutr.*, **131**, 27, 2001
- 6) Juneja, L.R., Chu, D., Okubo, T., Nagato, Y. and Yokogoshi, H. *Trends in Food and Technology.*, **10**, 199-204, 1999
- 7) 畠山英子, 宮崎良文, 菊池吉晃, 石川宣子, 山口政人. 感性福祉研究所年報, **2**, 127-133, 2001
- 8) Yokogoshi, H., Kato, Y., Sagesaka, Y. and Matsuura, T. *et al.* *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **59**, 615, 1995
- 9) Yokogoshi, H., Kobayashi, M., Mochizuki, M. and Terashima, T. *Neurochem. Res.*, **23**, 667, 1998