

平成 28年度 研究概要

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

1) 緑茶の様々な機能性の発現メカニズムの解明

研究の目的：

緑茶には抗がん、抗肥満、抗糖尿病、抗炎症など様々な保健作用があり、それらの多くは細胞実験、動物実験、疫学調査研究、臨床試験などにより実証されてきた。その結果、多くの場合、主要緑茶カテキンであるエピガロカテキンガレート (EGCG) がこれらの作用の担い手であることが明らかになったが、作用メカニズムに関しては不明な点も多く残されている。

ここでは、これまでに発表してきた EGCG の作用メカニズムを中心にして、他の研究者による研究成果と突き合わせ、統一的な作用メカニズムが存在するかどうかを検討した。

研究の手法：

対象とした遺伝子や酵素は、抗糖尿病作用において EGCG がその遺伝子発現を抑制する hepatocyte nuclear factor-4 α (HNF-4 α)、糖新生に関わる酵素である phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) 及び glucose-6-phosphatase (G-6-Pase)、緑茶成分がその遺伝子発現を抑制する sterol-response element binding protein (SREBP)、緑茶の肝炎抑制作用における炎症性サイトカインである腫瘍壊死因子- α (TNF- α) 及びインターロイキン-1 β (IL-1 β)、さらに EGCG の抗がん作用の標的遺伝子の 1 つと考えられる matrix metalloproteinases-9 (MMP-9) を対象とした。これらのデータに関連する論文を PubMed データベースで検索し、提出されている作用メカニズムを比較検討した。

主な研究成果：

1) 抗がん作用

化学物質、放射線、微生物などの発がん物質は生体内で活性酸素種 (ROS) の産生を促進し、DNA を損傷する結果、突然変異を誘発し、発がんに至ると考えられている。また、ROS は nuclear factor- κ B (NF- κ B) を介して TNF- α 、MMP-9 などの遺伝子発現抑制に働くほか、二酸化窒素、cyclooxygenase-2 など、がん細胞の生育、浸潤、転移に関わる因子の遺伝子発現を抑制することが明らかにされている。EGCG は強力な ROS 消去作用を有することから、EGCG が ROS を消去することが、EGCG の抗がん作用に密接に関連している (図 1)。

一方、EGCG は ROS 産生を促進するという結果も発表されている。EGCG は Ca²⁺/calmodulin kinase を介して ROS 産生を促進し、ROS は 5' -AMP activated protein kinase (AMPK) を活性化する。活性化 AMPK は、mechanistic target of rapamycin (mTOR) の遺伝子発現を抑制することにより、がん細胞の発生や成長を抑制し、その結果 EGCG はがん抑制に働くこととなる (図 2)。

以上のように、EGCG の抗がん作用には 2 つの相反するメカニズムがあり、ROS 産生抑制か ROS 消去のどちらに作用するかは、EGCG 濃度、細胞の種類、Cu や Fe イオンの濃度により変わると考えられる。

2) 抗糖尿病作用、抗肥満作用

EGCG が HNF-4 α の遺伝子発現を抑制して PEPCK や G-6-Pase を、また SREBP を抑制して、脂肪酸合成酵素などを抑制するメカニズムとして、ROS 産生の促進による AMPK の活性

化が考えられる（図 2）。AMPK の活性化がこれらの遺伝子発現を抑制することは多くの論文で示されている。

3) 抗炎症作用

ROS は NF- κ B 活性化を介して TNF- α 、MMP-9、IL-1 β などの遺伝子発現を抑制することは多くのデータが示している（図 1）。これらの炎症性因子は、ガラクトサミン誘導の肝炎にも深く関与している。従って、われわれが明らかにした EGCG がガラクトサミン肝炎を抑制する際の作用メカニズムとして、EGCG の抗酸化作用が関与しているものと考えられる。

今後の展望

以上のように、EGCG の作用メカニズムとして ROS に関する作用が考えられるが、EGCG が ROS 除去に働くのか（図 1）、ROS 産生促進に働くのか（図 2）、結果を説明するには一見相反する作用があり、統一的に作用メカニズムを見出すことができない。今後、どのような場合に EGCG が ROS 産生促進に働くのか、どのような場合に ROS 除去に働くのかを明らかにする必要がある。また、EGCG は種々のタンパク質と結合してその作用を発揮することが知られている。こうしたメカニズムについても詳しい解析が必要である。

（担当：茶学総合研究センター 伊勢村護、モニラ パービン、中村順行）

主要な成果：

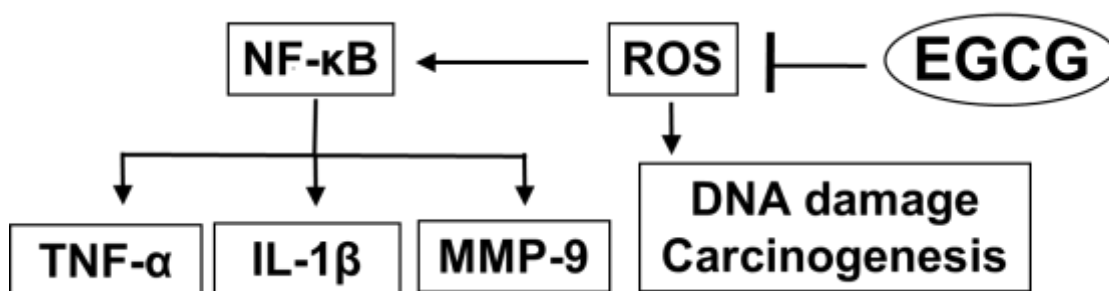


図 1. EGCG による ROS の抑制が各種遺伝子の発現活性に及ぼす影響

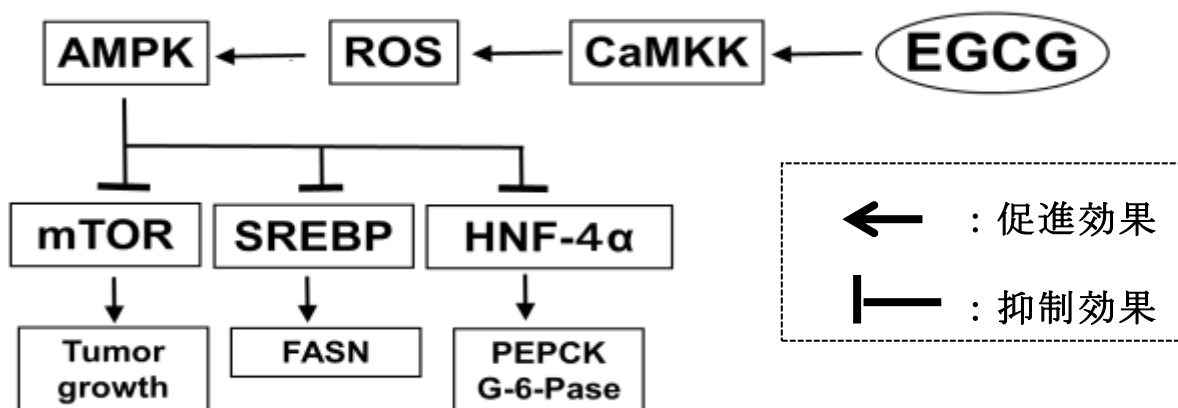


図 2. EGCG による ROS の促進が各種遺伝子の発現活性に及ぼす影響

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

2) 緑茶成分間の相互作用によるストレス緩和作用の解明

研究の目的：

健康寿命の延伸にとりストレスは大きな阻害要因である。長期にわたるストレスは様々な疾病の発症や憎悪に関与していることから、ストレス軽減物質の探索は多くの疾病の予防につながると考えられる。われわれはこれまでに、緑茶に含まれる主要なアミノ酸であるテアニンが優れた抗ストレス作用を示すことを、マウスおよびヒトで明らかにしてきた。そこで本研究では、テアニンに対する他の緑茶成分の影響を検討することにより、「緑茶の抗ストレス作用」を明らかにするとともに、そのメカニズム解明をめざした。

研究の手法：

- 1) マウスの縄張り意識を利用して社会心理的ストレスを負荷し、代表的なストレス応答器官である副腎の湿重量を測定し、緑茶成分摂取によるストレスへの影響を評価した。
- 2) 緑茶 3 g に水 1 L を加え室温で 6 分間攪拌し、速やかにろ過した。得られた緑茶浸出液を、群飼育および対面飼育条件下のマウスに自由摂取させた。また各緑茶成分とテアニンとの相互作用について検討した。

主な研究成果：

- 1) 玉露(Theanine-rich)の浸出液ではテアニンが最も多かったが、カフェインも多く含まれていた。低カフェイン緑茶(Low-caffeine Sencha)ではテアニンが玉露の半分程度であったが、テアニン以外のアミノ酸が多く溶出しており、カフェインはほとんど検出されなかった。煎茶(Standard Sencha)は相対的にカテキン量が多い特徴を示した(図1)。
- 2) 緑茶浸出液をマウスに摂取させた場合、玉露および低カフェイン緑茶ではストレスによる副腎肥大は有意に抑制されたが、煎茶では作用が弱かった(図2)。
- 3) カフェインはテアニンの抗ストレス作用を阻害したが、カフェインに対し 10 倍量のテアニンが共存すれば、副腎の肥大が抑制されることが明らかとなった(図3)。
- 4) エピガロカテキン(EGC)は少量ではストレスを軽減したが、量が多くなると抗ストレス効果は見られなかった。しかし EGC に対して 1/10 量のテアニンが存在すれば、ストレスによる副腎の肥大が抑制された(図4)。一方ガレート型カテキンのエピガロカテキンガレート(EGCG)やエピカテキンガレート(ECG)は、テアニンの作用を強く阻害した。
- 5) テアニンの次に緑茶中に多いアミノ酸であるアルギニンにも、テアニンと同様に強いストレス抑制作用があることが見出された(図5)。
- 6) これらの結果から、テアニンのストレス軽減作用をカフェインやガレート型カテキンは阻害したが、アルギニンや EGC はテアニンの作用を補助する役割を果たしていることが明らかとなった(図6)。

以上より、水で浸出した玉露あるいは低カフェイン緑茶は、ストレス緩和作用が期待される緑茶であることが示された。また、玉露に比べ低カフェイン緑茶ではカフェイン量が少ないことから、幼児や高齢者、妊婦などが安心して飲める優れた緑茶であることが明らかとなった。

今後の展望：

緑茶の優れたストレス軽減効果を様々な分野に応用していきたい。

(担当：薬学部 准教授 海野けい子)

主要な成果：

Green Tea Infusion at Room Temperature

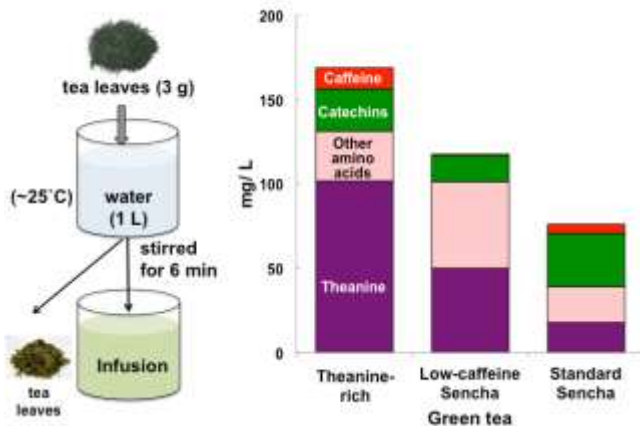


図1 供試した茶の成分組成

Anti-Stress Effect of Green Tea

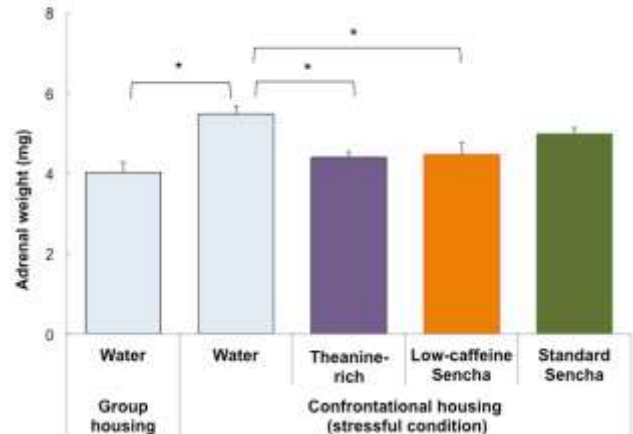


図2 供試茶の抗ストレス効果

Theanine and Caffeine

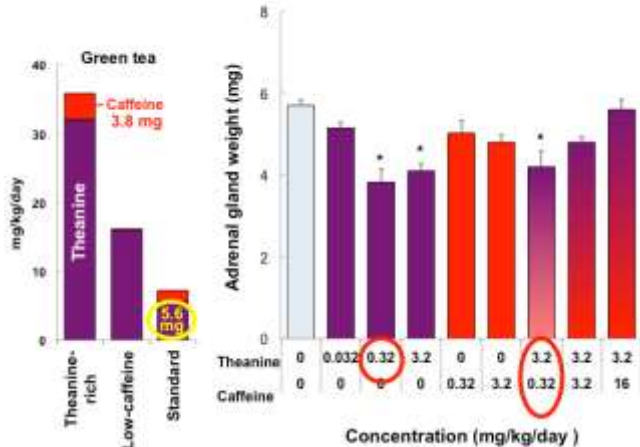


図3 副腎肥大に対するテアニンとカフェインの相互作用

Theanine and EGC

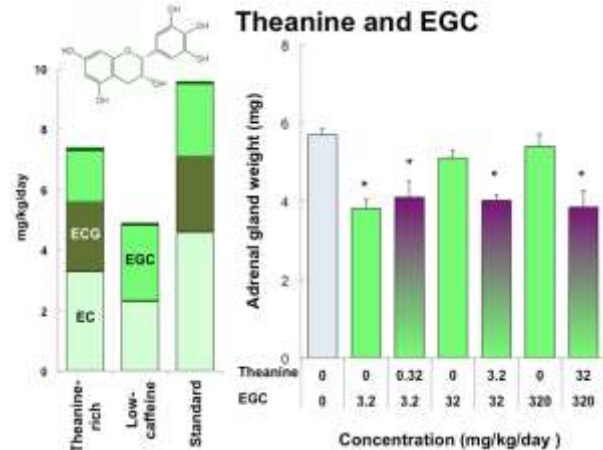


図4 副腎肥大に対するテアニンと EGC の相互作用

Other Amino Acids

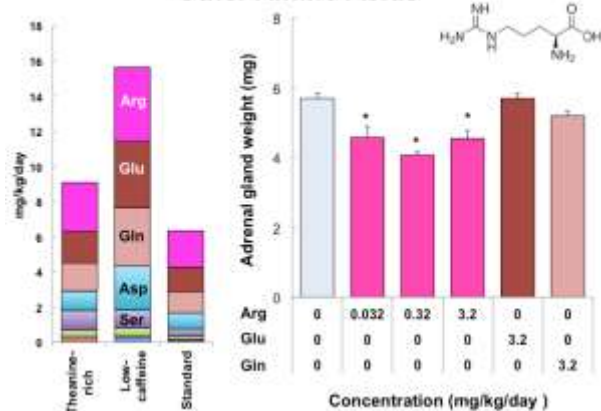


図5 副腎肥大におけるアミノ酸類の相互作用



EGCG, Epigallocatechin gallate; EGC, Epigallocatechin

図6 抗ストレス効果に及ぼす各種成分間の関係

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

3) 緑茶カテキンによる脳の加齢変化抑制の機構解明

研究の目的：

緑茶カテキンを摂取することにより加齢に伴う脳機能の低下を予防できることを、われわれはこれまでに老化促進モデルマウス(SAMP10)を用い明らかにしてきた。そこで、緑茶カテキンを摂取していたマウスの脳内および血清中の酸化傷害の程度、カテキン成分による血液脳関門(BBB)透過性の違い、ならびに培養神経細胞に対する作用を調べることにより、カテキン類の脳に対する作用について機構解明を試みた。

研究の手法：

- 1) SAMP10 マウスに緑茶カテキン成分を飲水として自由摂取させ、11 月齢の時点で学習判定を行い、12 月齢の時点で血清中の脂質酸化傷害マーカーのレベルを測定した。
- 2) BBB 透過性は *in vitro* アッセイキット（ファーマコセル（株））を使用した。培養神経細胞はヒト神経芽細胞腫由来の SH-SY5Y 細胞を使用した。

主な研究成果：

- 1) 緑茶カテキン中の主成分であるエピガロカテキンガレート (EGCG) は経口的に摂取した時、一部はそのまま血中に取り込まれるが、一部は腸内細菌によりエピガロカテキン (EGC) および没食子酸 (GA) に分解される。そこで EGCG、EGC および GA の脳機能に対する作用の違いを検討した結果、EGCG を摂取していたマウスでは有意な学習能低下抑制作用が認められたが、EGC あるいは GA 摂取群では脳に対する改善作用は認められなかった。一方、EGC と GA を同時に摂取していた場合は EGCG と同程度の改善が認められた (図 1)。
- 2) カフェインをポジティブコントロールとして、EGCG、EGC、GA の BBB 透過性を比較した結果、EGCG および EGC は GA に比べ BBB 透過性が低いものの、BBB を透過することが示された (表 1)。
- 3) SH-SY5Y 細胞に対する作用を比較した結果、EGC や GA に比べ EGCG は $0.05\mu\text{M}$ という低い濃度で細胞の分化・増殖を促進した。EGC あるいは GA は単独では作用が弱かったが、両者が共存した場合は、細胞の分化を促進した (図 2、3)。
- 4) EGCG、EGC あるいは GA を摂取していたマウスでは、血清中の脂質酸化傷害マーカーのレベルが対照群に比べ顕著に低かった (図 4)。
- 5) これらのことから、脳内に取り込まれる EGCG は僅かであるが、直接的に脳の神経細胞に作用し分化・増殖を誘導していることが考えられた (図 5)。一方で、血流を介してカテキン類は生体内の酸化傷害を軽減する作用を及ぼしていることも示唆された。

今後の展望：

EGCG は EGC と GA に加水分解された後、腸および肝臓内で更に代謝されることから、カテキン代謝物が脳にどのように作用しているか研究を進めていきたい。

(担当：茶学総合研究センター研究員 パービン・モニラ、薬学部 准教授 海野けい子)

主要な成果：

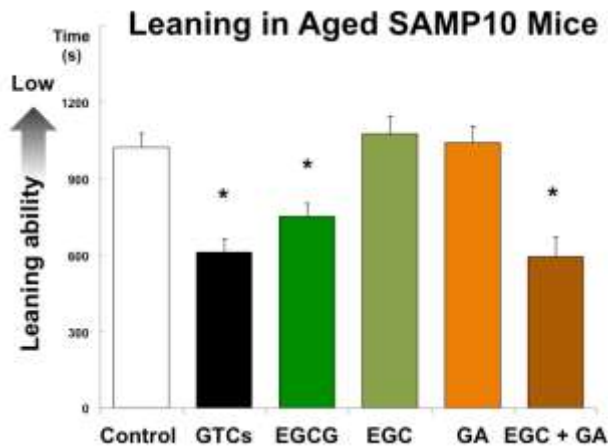


図 1 カテキン類とその分解物におけるマウスの学習能低下抑制効果

表 1 カテキン類の BBB 透過性

Sample	Coexistence sample	Permeability coefficient (10 ⁻⁴ cm/s)	BBB permeability (%) (30 min)
EGCG	-	9.31 ± 0.32	2.77 ± 0.10
EGCG	EGC	7.29 ± 0.35 *	2.16 ± 0.11 *
EGC	-	11.56 ± 1.05	3.43 ± 0.31
EGC	EGCG	8.58 ± 0.88	2.25 ± 0.31
EGC	GA	4.16 ± 0.89 *	1.53 ± 0.50 *
GA	-	21.97 ± 1.92	6.52 ± 0.57
GA	EGC	18.68 ± 1.56	5.55 ± 0.46
Caffeine	-	31.30 ± 2.49	9.30 ± 0.74

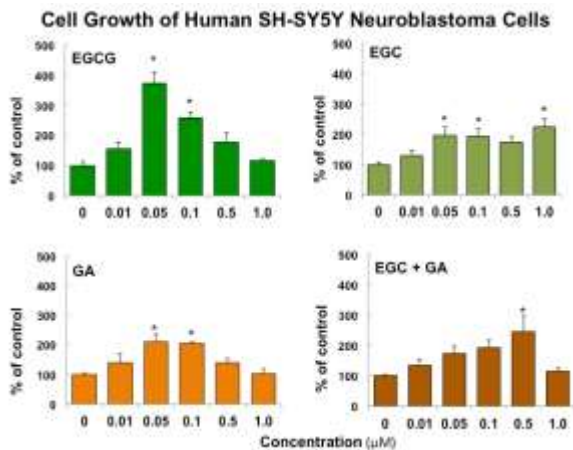


図 2 カテキン類の SH-SY5Y 細胞に対する生育作用

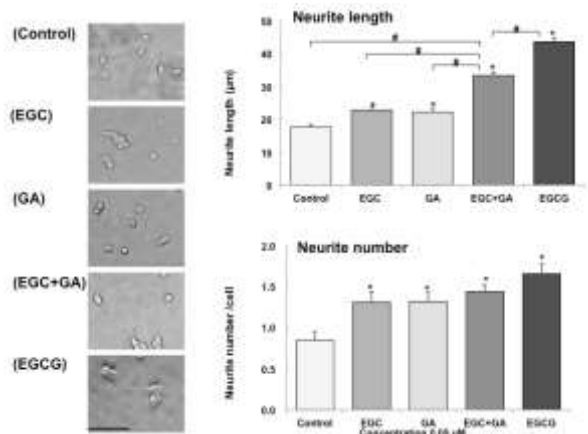


図 3 カテキン類の神経細胞の分化に及ぼす影響

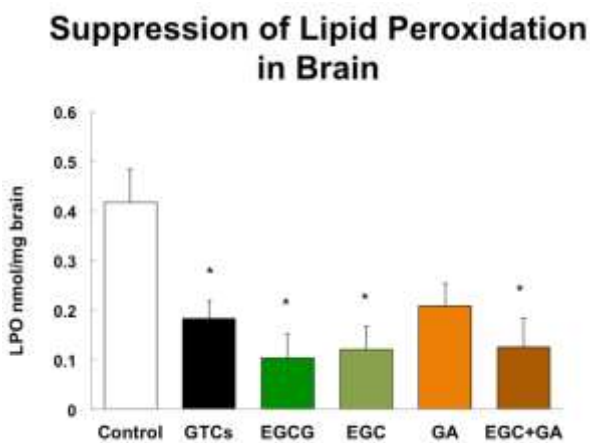


図 4 脳内におけるカテキン類の LPO レベルの相違

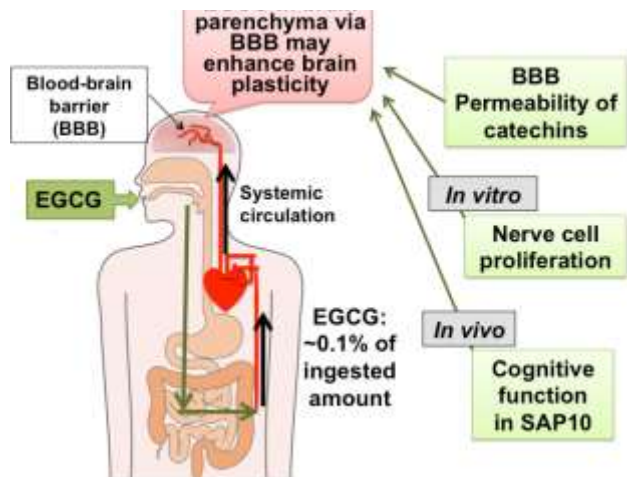


図 5 EGCG の脳の神経細胞の分化・増殖メカニズム

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

4) 緑茶の抗ストレス作用などの解明

脳波による白葉茶のストレス低減効果の評価

研究の目的：

緑茶の効能について、カフェインやアミノ酸などの成分は自律神経系や中枢神経系に影響する報告が多くされている。緑茶特有のテアニンやγアミノ酪酸（GABA）の抗ストレス効果・リラックス効果に注目し、アミノ酸がより多く含まれる新しい緑茶「白葉茶」が開発された。我々の先行研究で、自律神経系ストレスマーカーである唾液クロモグラニン A 濃度による白葉茶の抗ストレス効果が検証された。本研究は、中枢神経系において脳波活動を指標に、白葉茶のストレス低減効果を再検証した。

研究の手法：

生理的計測に用いた指標として背景脳波を測定した。背景脳波（EEG）は脳活動で生じる電気変化を捉え、覚醒度や集中度、情動変化を評価する。心理的計測では、主観評価（視覚的アナログ尺度：VAS）と気分プロフィール検査（POMS）を取り入れた。VAS は特定の感覚や感情の強度を評価する際に用いられる手法で、気分状態を評価するために用いた。POMS は気分状態を緊張・抑うつ・怒り・活気・疲労・混乱の 6 因子を測定し、総合気分障害（TMD）の評価もできる。

精神的ストレス負荷として、一桁の数字同志の足し算と引き算を繰り返す単純計算タスクを用いた。PC 上で自作のプログラムを使用し、回答をテンキーにより入力してもらった。単純計算の作業成績をタスクパフォーマンスとして解析に用いた。

被験者は 21～28 歳の学生 18 名（平均年齢 23.4 歳、男女各 9 名）。摂取用茶飲料サンプルは、白葉茶の茶葉 30g を 70℃の熱湯 900ml に 2 分間浸し、または深蒸し煎茶「さがら」の茶葉 20g を 90℃熱湯 900ml に 30 秒間浸して抽出した。水は沸かしたお湯を冷まして用いた。各サンプルは 25℃で 250ml を摂取してもらった。摂取後は単純計算などの精神タスクによるストレス負荷を課し、サンプル摂取前とタスク後に主観評価と脳波計測を行った。

主な研究成果：

- 1) 茶サンプル摂取後の単純計算タスクの結果から、白葉茶の摂取が、水に比べて、計算タスク後の安心感スコアが高かった（図 1）。
- 2) 主観評価の結果から、白葉茶の摂取が、水に比べて、POMS 気分障害得点（TMD）の上昇や活気の低減、疲労感の上昇が少なかった（図 2）。
- 3) 脳波の結果から、白葉茶の摂取後、計算タスクにより惹起されるストレスに伴う脳波活動の低減が抑えられた（図 3）。
- 4) 上記の結果から、白葉茶の摂取は生理的・心理的情動反応を誘発し、精神タスクによる気分を改善させる可能性が示され、白葉茶のリラックス・抗ストレス効果が再確認できた。

今後の展望：

本研究の結果を論文化することにより販売促進に役立つエビデンスを提供する。また、今後の研究で白葉茶の抽出法やその他の食品との食べ合わせなど摂取条件を多様化し、被験者の年齢層、地域、民族などのバリエーションを検討項目に取り入れることで、更なる緑茶の効果が解明されることを期待したい。

（担当：茶学総合研究センター研究員 陽東 藍）

主要な成果：

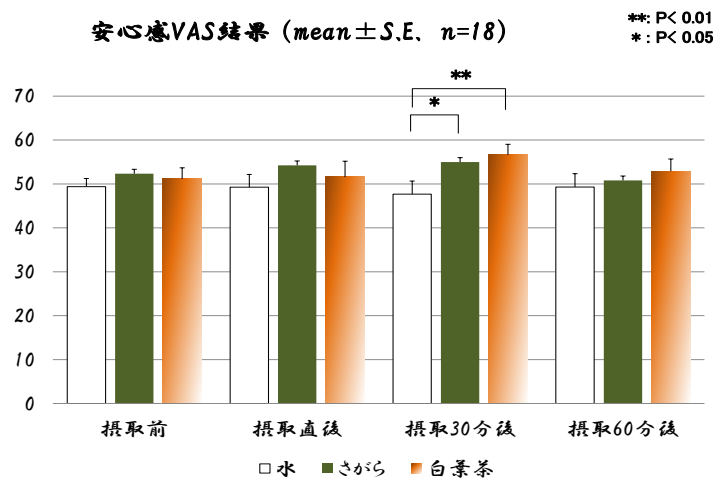


図1 ストレス負荷前後 VAS(安心感)得点

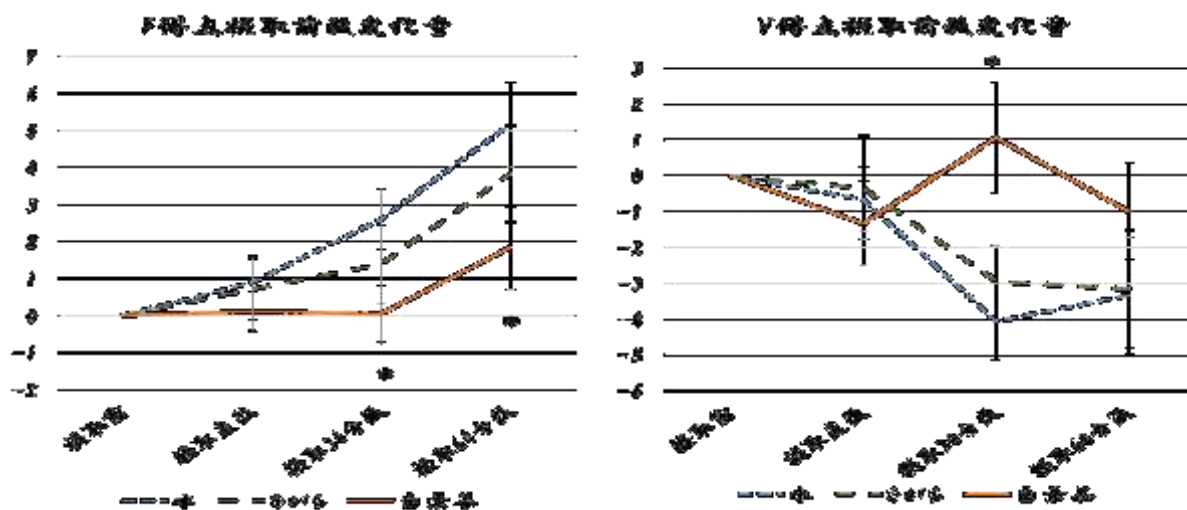


図2 ストレス負荷前後 POMS の F 得点及び V 得点

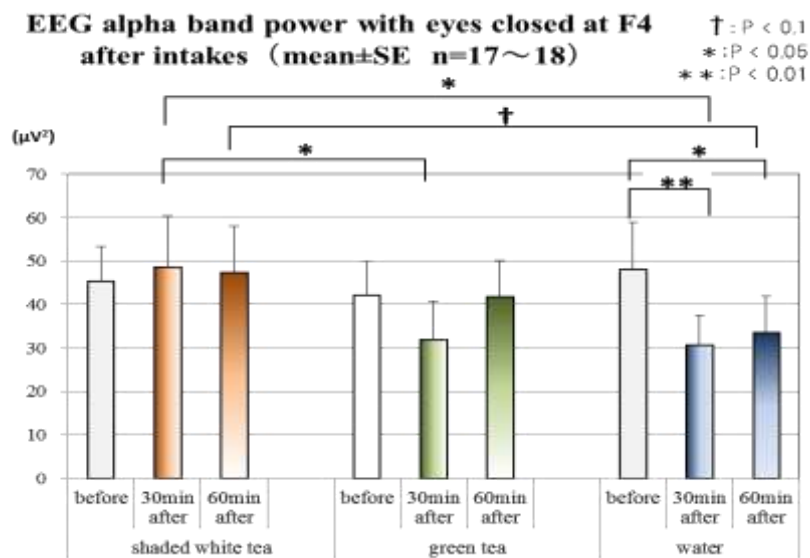


図3 ストレス負荷前後右前頭部α波帯域パワー

課題名：

(2) 茶学教育と人材育成

1) セミナーの開催

① 経営能力向上セミナー・シンポジウムなどの開催

研究の目的：

茶学総合研究センターでは、セミナーの依頼や各種シンポジウムなどに積極的に参画することにより、幅広い立場から茶の魅力を伝え、需要拡大を促し、茶業振興に寄与するとともに、茶に係る経営能力向上を目指すことを目的とする。

研究の手法：

茶に関して依頼のあったセミナーなどについて、主催者と綿密に連携しながら効率的なセミナーを行う。また、各種シンポジウムなどにおいては茶学総合研究センターの立場を踏まえ、茶の幅広い魅力や奥深さを伝えられ、ひいては経営能力の向上に寄与するよう心掛けた。なお、全てのセミナーはパワーポイントを用いた方法により実施し、その資料などは茶学総合研究センターのホームページに PDF 版としてアップする。

主な研究成果：

- 1) 本年度開催した経営能力の向上に関する主要なセミナーは、13 回であった(表 1)。
- 2) セミナーの内容は多岐にわたるが、茶の価格低迷が続くなか、茶業に対して変化を求めるもの、需要の伸びている抹茶・粉末茶関係、機能性表示関係、地域の活性化・ブランド化戦略などについての要望が多く、全てに対応した。
- 3) 特に、機能性表示に関しては、昨年 4 月から始められた制度であるが、茶においても多くの申請が行われ、注目度の高いものである。
- 4) また、本年度は県内のみならず、福岡県、佐賀県、奈良県などからの依頼もあり、茶学総合研究センターの活動領域も全国的になってきたことが感じられた。
- 5) 激動化している茶業界の中で、どのように新しい体系を構築すべきか模索する経営者も多く、多様化の中での選択肢の提供が行われた。特に、ブランド化についてはいずれの地域においても茶業の活性化と安定化のためには必須であり、地理的表示 (GI) や機能性食品表示などの制度の利活用も含め、各地域に応じたセミナーを開催した。
- 6) セミナーの回数も多く、またいずれのセミナーにおいても参加者も多く好評であり、新聞報道に取り上げられることも多かった(図 1)。

今後の展望：

来年度も、経営能力向上セミナーを継続するとともに、できる限り多くの要望に対応したいと考えている。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

主要な成果

表1 セミナーのタイトルと開催月

平 29.03	日本の茶 今とこれから
平 29.03	機能性表示の現状と産地としての活用方法
平 29.01	嬉野茶セミナー
平 29.01	静岡を創るスーパーセミナーより
平 29.01	八女茶セミナー
平 29.01	大和茶セミナー ～大和茶のブランド～
平 28.12	お茶と健康 島田
平 28.11	どんどん増加する茶の機能性表示食品
平 28.10	茶に係る機能性表示食品の概要
平 28.10	お茶のめぐみ・お茶の未来
平 28.09	お茶の学校～茶の効能～
平 28.08	茶にまつわる最近の事情～機能性と輸出～
平 28.06	富士探訪 富士市の魅力再発見 富士のお茶



図1 セミナー風景



平成28年(2016年)10月24日(月曜日) 夕刊



課題名：

(2) 茶学教育と人材育成

1) セミナーの開催

② 外国人を対象とした茶学講座

研究の目的：

インバウンドあるいはアウトバウンドに対し、日本茶の奥深さや魅力を発信し、外国人が日本茶の多様性や特性などを理解し、愛飲者となっていただくことで、茶業振興の一助とすることを目的とし、国内外において日本茶の特性に関するセミナーを行う。特に、インバウンドに対しては日本の文化のなかのお茶を、アウトバウンドに対しては日本茶と他国産茶との違いを理解してもらうよう工夫した。

研究の手法：

他国産のお茶に対する日本茶の特性を分かりやすく発信するため、日本茶の持つ歴史・文化性をはじめ、生産、種類、加工、味、香り、生理、機能、効能など広範な項目にわたり、日本茶の魅力を基本的には英語により、さらには通訳を介しながらパワーポイントなどを用いて発信する。

主な研究成果：

- 1) 本年度は表1のとおり、7回のセミナーを行った(表1)。
- 2) そのなかで、米国・カナダ、韓国、モンゴルは静岡県立大学を会場として実施した。米国・カナダには基本的な茶に関する項目や、日本茶の魅力、海外展開、機能性などを中心に発信した。また、韓国、モンゴルは学生が対象だったため、静岡県の農産物も簡単に紹介した後、静岡茶の特質などを理解しやすく紹介し、茶についての意見交換を行い、実り多いものとなった。
- 3) オランダ、中国、スリランカについては、日本茶の普及を図るため、各々の国に出向き、その国の要望も加味しながら、生産、機能性をはじめ、日本茶の魅力を発信した。
- 4) セミナーの受講者は茶業関係者が大部分であったが、静岡との交流事業の一環として特産品であるお茶を紹介したものもあったが、日本茶に対して深く興味を抱いていただけた。

今後の展望：

今後、インバウンドあるいはアウトバウンドは益々増加するとともに、グローバル化していく中で日本茶の奥深さや魅力を幅広く発信し続ける。来年度には、日本茶輸出促進協議会などと連携し海外からの日本茶に興味を持った方々を静岡に招聘する日本茶教育事業なども実施する予定である。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

主要な成果

表 1 セミナーの課題名と対象国

平 28.12	Spreading Japanese Tea Abroad	米国・カナダ対象
平 28.12	静岡の農産物～お茶の魅力～	韓国対象
平 28.09	Japanese Green Tea ～Production tec.～	オランダ対象
平 28.09	Japanese Green Tea ～Health benefits～	オランダ対象
平 28.10	さくらサイエンスプラン日本茶の魅力と機能性	モンゴル対象
平 28.05	中国との交流資料 日本の茶	中国対象
平 28.03	Japanese Green Tea and Black Tea ～Focus to health benefits～	スリランカ対象



課題名：

(2) 茶学教育と人材育成

2) 人材の育成

① 茶学入門

研究の目的：

静岡県は全国有数の茶葉、飲料、加工食品の生産県であり、本学を含めた複数の大学や国公立の試験研究機関、民間企業において茶関連の食品、医薬品、化成品の研究が活発に行われている。したがって本学の学生はそれらを就職先として考えることも多い。また、静岡県においても世界緑茶協会や「茶の都」づくりの推進、さらには本学内にも「茶学総合研究センター」の開設など、茶を Keyword とした取組も多い。このような背景のもと、「茶学入門」をしずおか学のひとつの選択科目として行うことにより、学部を問わず茶に関する広範な知識と教養を身につけることを目的とする。

研究の手法：

当科目は茶について、歴史、文化、経済、生産、貿易、栽培、種類、加工、味、香り、生理、機能、効能など広範な項目にわたり、それぞれの専門家が分かりやすく講義を行う。

主な研究成果：

- 1) 県立大学講義室の中で収容が最大規模の講義室で人数は 290 人のため、250 人程度の履修者数を目標に応募したところ履修登録者数は 286 名と定員ギリギリであった(表 2)。
- 2) また、社会人聴講生も募集したところ 3 名が受講した。
- 3) 本科目は選択科目のため、一年生の履修者が多く全体の 80%強を占めていた (表 2)。
- 4) 全履修者のうち単位修得者は 85%程度であったが、不修得者の大部分は欠席日数が多いためである。
- 5) 講義は、茶に関して全般にわたるものであり、その道の専門家により行われる(表 1)ため、非常に好評であり、茶の幅広い魅力を感じたり、何気なく飲んでいたお茶を見直すきっかけとなる学生も多く見られた。
- 6) さらに、茶に関する興味を深くする学生も多く、今後の研究の端緒になる可能性や、コーヒーなどからお茶に飲用を変えたなどとの意見も見られた。
- 7) 最終講義の中で、茶に関する用語を 5 分間で思いつくままに記載させた結果、成分名、茶種名、機能性成分名などをはじめ、多い人では 100 個以上の用語を記した履修者もいた。

今後の展望：

来年度も、茶学入門は継続するとともに、社会人聴講生の受講も好評だったため、その人数を増加させたい。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

主要な成果

表 1 平成 28 年度茶学入門 講義期日と科目名

月日	担当者	科目名
10月6日	中村 順行	ガイダンス
10月13日	岩崎 邦彦	茶のマーケティング
10月20日	中村 羊一郎	茶の歴史
10月27日	中村 順行	茶の生産・加工
11月10日	内野 稔	茶の種類と美味しい淹れ方
11月17日	中村 羊一郎	茶の文化
11月24日	齋藤 貴江子	茶を特徴づける成分
12月8日	伊勢村 護	茶の機能性、特に疫学的研究から
12月15日	海野 けい子	カテキン類の生理機能
12月22日	陽東 藍	カフェイン・テアニンの機能性
1月12日	今井 伸二郎	茶の免疫機能
1月19日	原 征彦	茶の機能性に特化した商品開発
1月26日	佐野 満昭	茶の幅広い魅力と機能
2月2日	望月 辰彦	「茶の都 しずおか」づくり
2月9日	中村 順行	世界に広まる日本茶の現状と課題



表 2 平成 28 年度茶学入門 受講者数

	1年	2年	3年	4年	
薬学部	27	1			
食品栄養科学部	47				
国際関係	58	5	14	4	
経営情報	67	23	3	2	
看護学部	32				
社会人聴講生	3				
合計	234	29	17	6	286



図 1 平成 28 年度 茶学入門講義風景など

課題名：

(2) 茶学教育と人材育成

2) 人材の育成

② 県立大学以外の高校生、大学生などを対象とした茶学講座

研究の目的：

茶学総合研究センターでは県立大学以外の大学生や高校生などの学生を対象として、茶に対する知識と教養を高め、茶を好きになり、ひいては茶の愛飲者、茶の都しずおかのサポーターになっていただき、茶業振興に寄与することを目的とし、分かりやすさをモットーとした茶業講座を開設する。

研究の手法：

様々な分野の学生に対して、茶の知識量や興味に応じて、分かりやすく茶の歴史、文化、生産、種類、加工、味、香り、生理、機能、効能など広範な項目にわたり、茶の魅力をパワーポイントなどを用いて発信する。特に、大学コンソーシアムでは「ふじのくに学（茶学）」を開講することにより、参画する大学から多くの学生を受け入れるとともに静岡大学の農場を使用することで実習も実施した。

主な研究成果：

- 1) 本年度は中高生、県教員及び県内外の大学生を対象に述べ8回のセミナーを開催した。
- 2) 大学関係は、茶学入門は別記したが、県立大学以外にも東京農工大や県内の大学コンソーシアム所属の静岡大学、常葉大学、産業大学などを対象となった。
- 3) なかでも、静岡県大学コンソーシアムでは「ふじのくに学（茶学）」を大学間の単位互換授業として実施した。定員を40名としたところ80名以上の応募があり、大好評であった。講義も県立大、静岡大、産業大の教員が各々の分野に分かれて担当し、実習も含めて実施し、実り多いものとなった。
- 4) 東京農工大学では、農学ゼミの一環として東京を会場として実施されたが、事前に講義内容を提示し、質問に応える形で行い、その後レポート化する講義内容とした。
- 5) 本年度、12月に静岡県では静岡茶愛飲条例が可決され、来年度より小中学校に条例の施行を実質的なものとするために、2回にわたり400名弱の教員を対象に茶の授業への取り組み方や授業の素材としての茶についてのセミナーを開催した。

今後の展望：

今後、茶の魅力を静岡県立大学のみならず、他大学とも連携しながらより幅広い学生に対して発信していくために、大学コンソーシアムの利用や世界緑茶協会などとの連携を強化したいと考えている。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

主要な成果

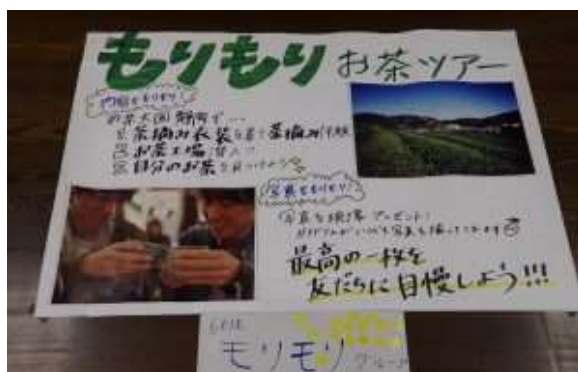
表1 セミナーの課題名と対象者

平 29.02	学校教育にいか茶を活かすか!?	静岡県小中教員
平 29.02	世界にひろまる日本茶	静岡県立大学生
平 28.10	茶の生産と加工	静岡県立大学生
平 28.10	茶学入門	静岡県立大学生
平 28.10	ふじのくに学 (お茶)	静岡大学コンソーシアム学生
平 28.08	理系女 夏の体験 茶 in 県大	静岡県中高校生
平 28.07	農学ゼミ 茶の機能性	東京農工大学生
平 28.05	PBL 食品栄養学入門資料	静岡県立大学生



表2 セミナーの課題名と講師、場所

日	時	内 容	講 師	場 所
10月10日	9:15~12:25	全体概要、成分・機能	中村順行	静岡県立大学 特任教授
	13:15~16:25	歴史・文化	吉野亜湖	静岡産業大学 非常勤講師
10月15日	9:15~12:25	経営・マーケティング	岩崎邦彦	静岡県立大学 教授
	13:15~16:25	生産、加工、販売	堀川知廣	静岡産業大学 教授
11月26日	8:30	茶生産加工実習	稲垣栄洋	静岡大学 教授
~	~	観光ワークショップ	坂野真帆	そふと研究室 代表
11月27日	18:00	茶草場研修 ほか	稲垣栄洋	静岡大学 教授



課題名：

(3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解析

1) 茶の嗜好性に影響する因子としての色による情動効果の解明 大脳半球優位性による色刺激の情動効果の検討

研究の目的：

茶の官能評価で香りや味と共に、茶の浸出液も水色と称して色が検討されることから分かるように、色は食品への嗜好に影響する重要な要素であり、ヒトの情動にも作用する。こうした色と情動との関連についての基礎研究として、先行研究の結果から、青などに比べ、赤は情動的不安や内的注意が促進される可能性を示した。しかし、色の好き嫌いなどによる情動変化と脳半球活動の特徴との関連についての研究はまだ少ない。本研究は物体色刺激を注視することにより引き起こされる不安、緊張、または色の好き嫌いによりもたらされるポジティブ感情とネガティブ感情を、大脳半球優位性との関連から明らかにすること、同時にこれらの情動効果が集中力を必要とする単純計算などのような精神作業に与える影響を検証することを目的とした。

研究の手法：

生理的計測に用いた指標として背景脳波を測定し、色条件ごとに左脳半球優位性を測定した。精神的ストレス負荷として、一桁の数字同志の足し算と、足した和の奇数偶数を判別する計算タスクを用いた。単純計算の作業成績をタスクパフォーマンスとして解析に用いた。

被験者は 20-23 歳の大学生 8 名（平均 21.38 ± 1.19 歳、男性 4 名、女性 4 名）。色刺激は明度と彩度をできる限り同一にした市販の A2 判の色紙（ $594\text{mm} \times 420\text{mm}$ ）を提示した。被験者それぞれの色に対する好き嫌いのレベルを評価させた後、赤・青・緑それぞれの刺激色提示状態で脳波を記録し、計算タスクを課した。3 色の刺激色提示で計 3 セッションが連続で実施され、刺激色の提示順はランダムとした。

主な研究成果：

- 1) 赤注視後の閉眼時の $\alpha 1$ 波で側頭後部の左脳半球優位性指標値が青のそれより有意に小さく、赤条件は青条件より相対的に左半球活動が抑制され、右脳半球活動がより亢進した（図 1）。よって赤条件の閉眼時が青より不快情動を引き起こす可能性が示された。
- 2) 嗜好度と各生理測定との相関で、嫌いな色ほど、色を見た後の閉眼時に、前頭部の左脳半球優位性が大きく、後頭部では逆に左脳半球優位性が小さくなることが示唆された（図 2）。
- 3) 上記の結果から、本実験で用いた赤、緑、青の色紙刺激によって、左脳半球優位性に異なる影響が認められた。また、嗜好度など色刺激の情動効果を大脳半球優位性による評価が可能であることが分かった。

今後の展望：

今後は茶飲料をテストサンプルとして用い、これまで行ってきた茶の香りと色がもたらす情動効果の評価法を統合し、茶葉及び茶飲料の嗜好特性の評価に役立つ実験系を確立することを目指す。

（担当：茶学総合研究センター研究員 陽東 藍）

主要な成果：

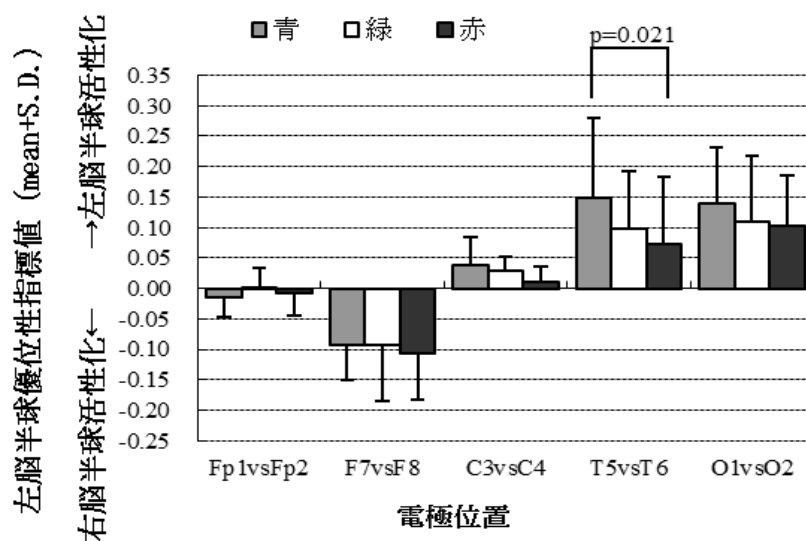


図1 各色紙注視直後の閉眼時の $\alpha 1$ 波における左脳半球優位性指標値

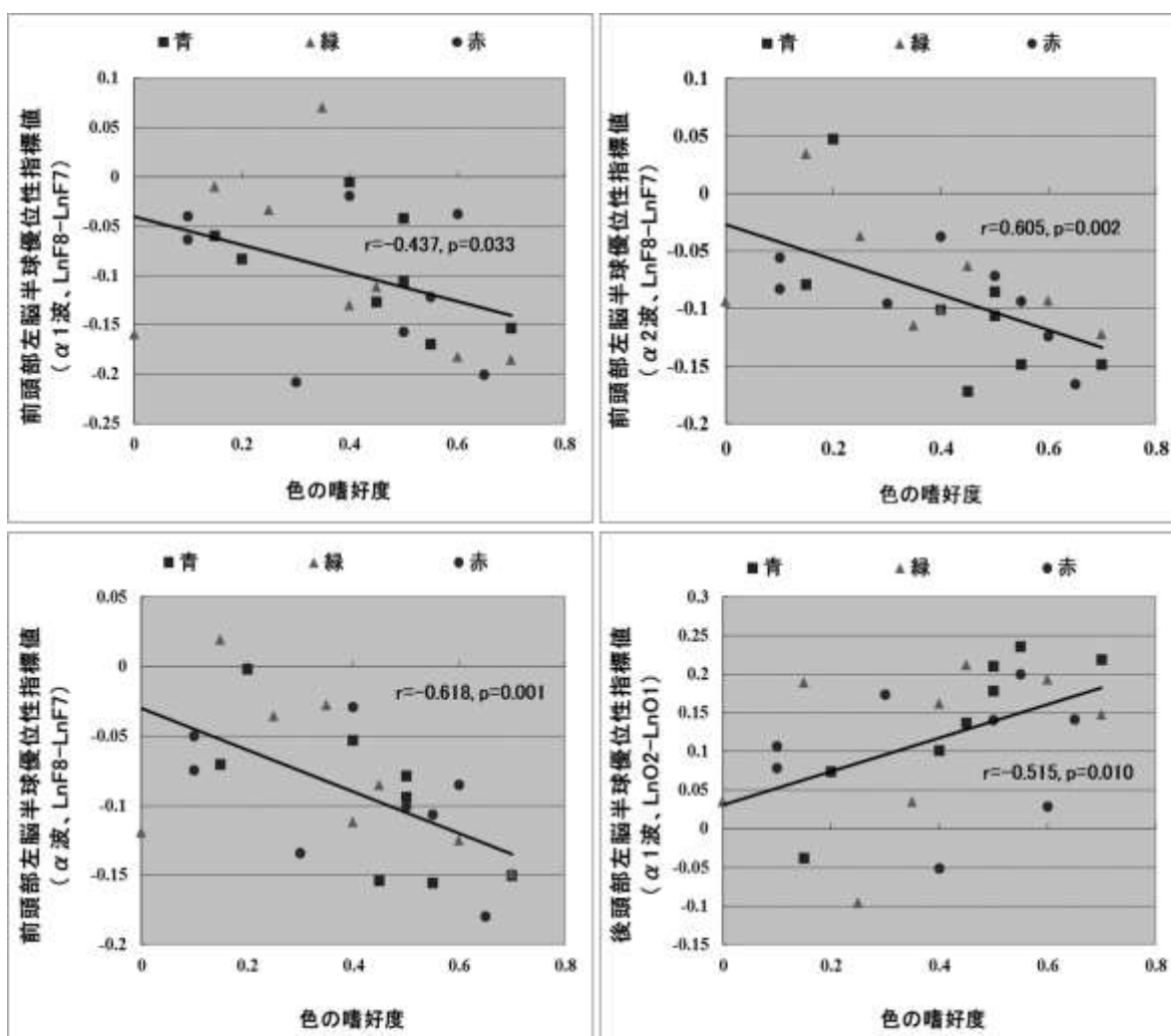


図2 色の嗜好度とすべての色紙注視直後の閉眼時左脳半球優位性指標値との相関

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

1) 日本及び海外で市販されている抹茶の特性

研究の目的：

近年、日本茶の海外輸出は増加している。なかでも、抹茶についてはその歴史文化性や美味しさ、機能性などの点から高い関心事となっている。そのため、需要は多く、高価格で取引されることも多い。一方では、日本独自と考えられている抹茶が国外でも生産され始めているが、その特性などは明らかでない。そこで、高級抹茶の嗜好、消費、購買特性を明らかにすることを目的に、まずは国内外で市販されている抹茶の特性を明らかにする。

研究の手法：

日本産抹茶と外国産抹茶との差別化要因を明らかにするため、まずは国内と海外で市販されている抹茶の価格や特性情報を Web から調査する。また、市販されている抹茶パッケージなどからトレンドサーチ分析によりキーワード間の関連の強さを評価した。

主な研究成果：

- 1) 市販される抹茶価格は、国内では 600～6,000 円/100g 程度が多く、海外では 1,000～5,000 円/100g とやや安価なものが多かった(図 1, 2)。
- 2) 産地により市販抹茶の価格差が見られ、京都、愛知では高級抹茶が販売される一方、静岡、三重ではやや低価格帯のものが多く。鹿児島で価格差の幅が広いのは、海外輸出用の有機栽培抹茶が国内でも販売されていることや生産地が京都のものを購入し鹿児島で販売されているものが混在していることなどが要因として考えられる(図 1)。
- 3) 海外で販売されている抹茶パッケージ文章のトレンドサーチ分析を行い、米国では Matcha に対し「Organic, Ceremonial, Premium, Grade」などが重要であり、高級感、文化性などが表現されていた(図 5)。一方、イギリスでは「Green, Organic, Powder, Certified」などと利用場面への期待感が強いように感じられた(図 6)。
- 4) いずれの国においても「Organic」に対する期待感は強かった。米国で販売されている高価格帯では「Ceremonial, Japanese, Premium, Pure」(図略)などが、低価格帯では「Organic, Green, Powder」(図略)が、重要な Keyword として解析され、金額による期待感の違いが明らかだった。
- 5) 国内で市販されている抹茶については、大きく二種類の keyword に分類された。一つは、加工業務用抹茶であり、二つ目は宇治や西尾の名称とともに高級抹茶に分類される。また、高級抹茶には生産方式として「有機」が keyword として掲出されていた。さらに、加工業務用としては「袋」が、高級抹茶には「缶」が分類されていた(図 4)。

今後の展望：

本年度は、国内で販売されている抹茶を中心に検討したが、来年度は世界各国で市販されている抹茶を購入し、その特性などを評価する。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

主要な成果

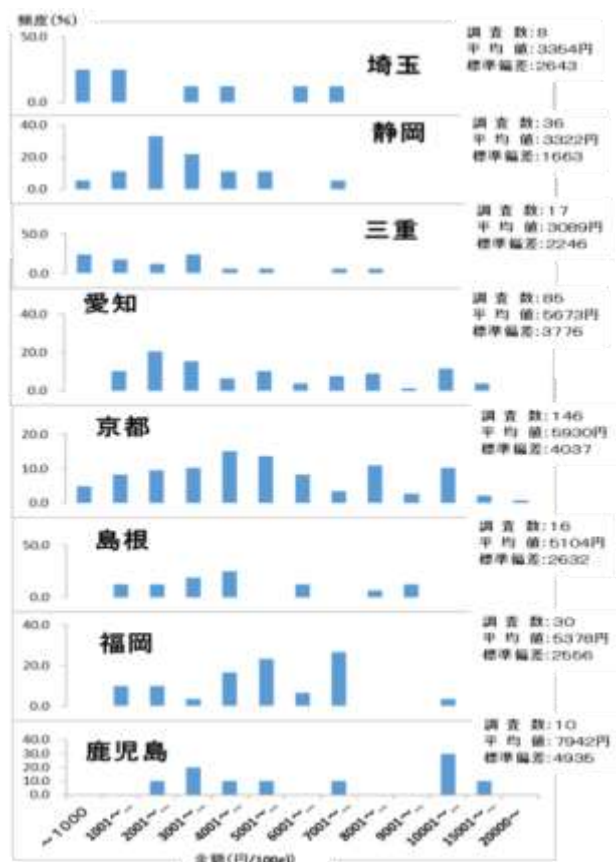


図 1 国内で市販されている抹茶の県別価格分布と平均金額

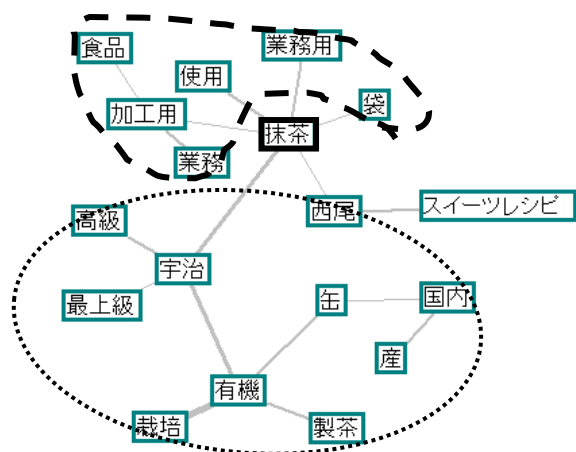


図 4 国内で市販されている抹茶パッケージのトレンドサーチ解析



図 2 国内市販抹茶の価格分布

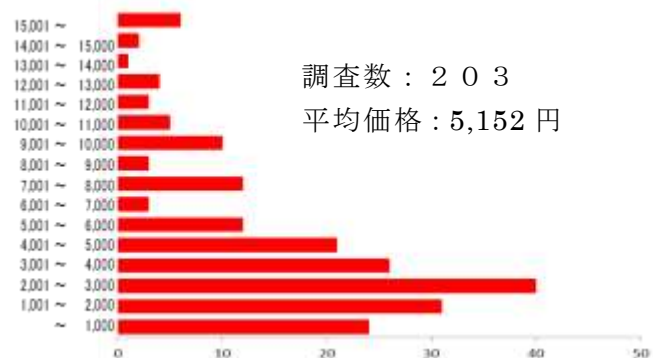


図 3 海外市販抹茶の価格分布

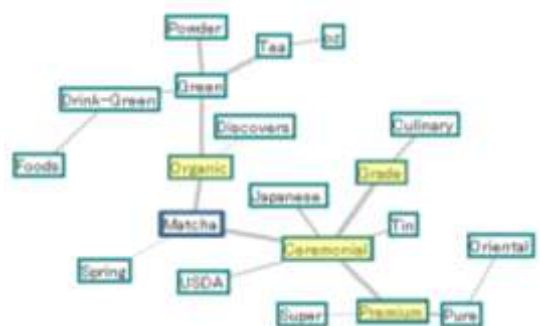


図 5 米国で市販されている抹茶パッケージのトレンドサーチ解析



図 6 イギリスで市販されている抹茶パッケージのトレンドサーチ解析

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 国内市販抹茶の粒度及び測色値特性

研究の目的：

近年、日本茶の海外輸出は増加している。なかでも、抹茶についてはその歴史文化性や美味しさ、機能性などの点から高い関心事となっている。そのため、需要は多く、価格的にも高価で取引されている。一方では、日本独自と考えられている抹茶が国外でも生産され始めているが、その特性などは明らかでない。そこで、ここでは国内市販抹茶の粒度特性と測色値特性を明らかにすることを目的とする。

研究の方法：

国内市販抹茶の粒度分布は、HORIBA 製の Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950 を用い、0.011～3000 μm 間の湿式法による粒度の大きさを計測した。

また、測色値は、KONICA MINORUTA 製の分光測色計 CM-5 Spectrophotometer を用い、L、a*、b*表色系、L、c*、h*表色系値を計測した

主な研究成果：

- 1) てん茶の粉碎方法には石臼をはじめ、ボールミル式、気流式、相対流式なども使用されるが、市販抹茶の粒度分布は、大きく4種類に分類され、55%程度はタイプAの山型であり、残りの30%程度はタイプBの裾広がり型であった。一方、タイプDの二山型もみられたが、このタイプの抹茶は価格も安いものが多く、ブレンドか、粉碎機の種類により二山型になるのか検討の余地がある(図1)。
- 2) タイプAの平均径は15.48 μm で標準偏差も小さく均一性がみられた。タイプB、Cでは平均径が25 μm 程度とやや均一性に欠け、タイプDでは二山型のため平均径も50 μm と大きく、均一性に欠けていた(表1)。
- 3) 国内で市販されている抹茶の金額と表色系の色度については、b*値には明確な違いがみられないが、金額が高くなるほど明度(L)、彩度(C*)、h(色相角度)が高くなる傾向がみられた。一方、a*についてはマイナス値が低くなり、緑色が強くなる傾向がみられた(表2)。
- 4) 特に、h(色相角度)は4,000円/100g以上の価格帯のものでは、大部分が110程度以上を示し、低価格帯(1,000円以下)のものでは105以下のものが多かった(図3)。a*値については高価格帯では-15以下を示すが、低価格帯では-10以上のものも多く見られた(図4)。
- 5) 表色系上(L、a*、b*)における市販抹茶は、概して高価格帯のお茶ではL値が高く、a*値が低く、b*値が高く、低価格帯の茶ではL値が低く、a*値が高く、b*値が低い傾向がみられた。(図2)。

今後の展望：

本年度は、国内で販売されている抹茶を中心に検討したが、来年度は世界各国で市販されている抹茶を購入し、その特性などを評価する。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

主要な成果：

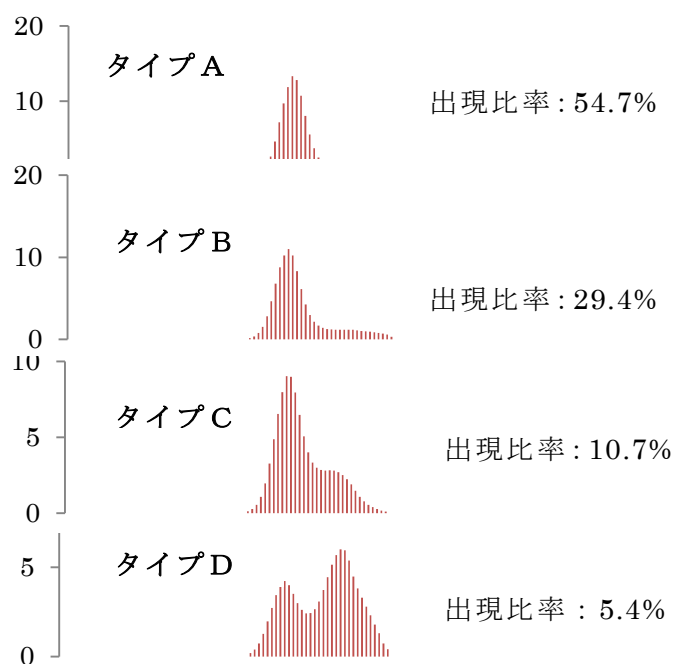


図 1 粒度分布測定装置による市販抹茶の粒度分布特性

表 1 粒子のタイプと粒子径の関係

タイプ	平均径	標準偏差	メジアン径	モード径
A	15.48	16.26	11.24	10.78
B	23.77	29.72	13.44	11.53
C	26.21	31.43	13.88	11.21
D	52.61	50.76	35.48	44.61

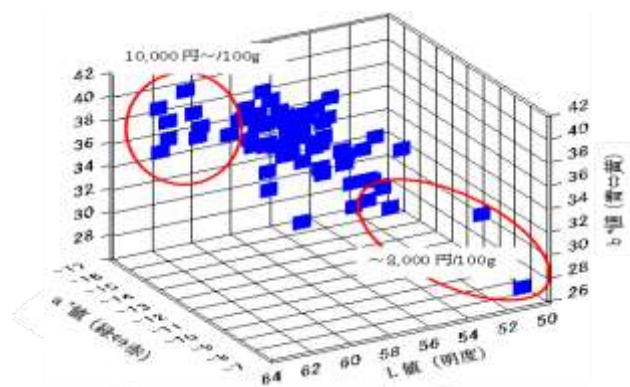


図 2 抹茶の表色系上におけるL、
a*、b*値との関係

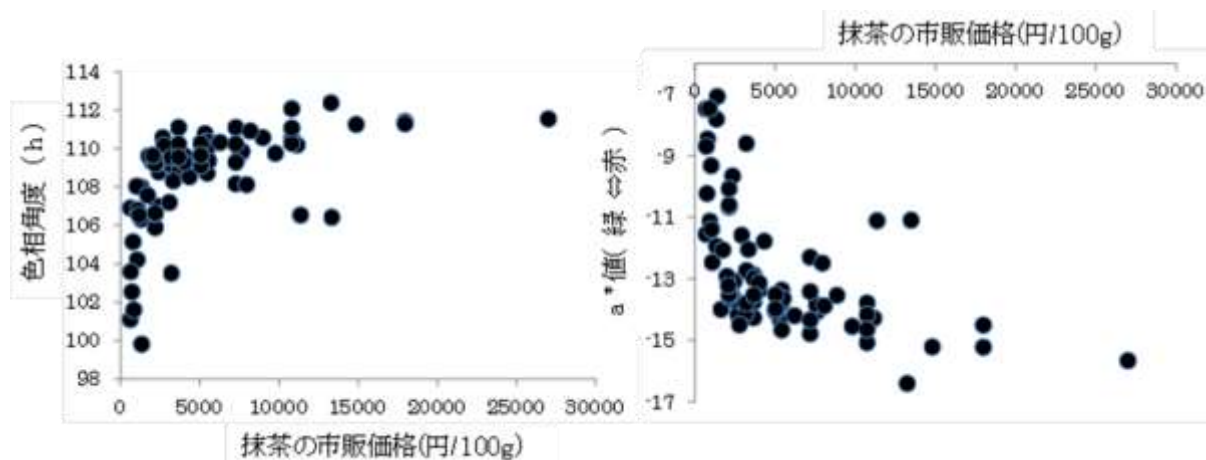


図 3 抹茶金額と表色系h値との関係

図 4 抹茶金額と表色系a*値との関係

表 2 抹茶の金額と表色系の色度との関係

金額(100g)	L(明度)	a* (赤⇄緑)	b* (青⇄黄)	C* (彩度)	h (色相)
～ 1,000	57.3550	-9.2890	37.2480	38.4140	103.9840
1,001～ 2,000	57.5520	-11.4310	36.9140	38.6940	107.2100
2,001～ 3,000	56.8600	-12.3880	37.1680	39.1920	108.3580
3,001～ 4,000	58.4350	-12.8640	37.4360	39.6050	108.9190
4,001～ 5,000	58.3400	-13.3070	37.6700	39.9530	109.4430
5,001～ 8,000	58.0920	-13.7880	38.5050	40.9050	109.6970
8,001～12,000	59.4960	-13.8960	37.7240	40.2120	110.2160
12,000～	61.1670	-14.6900	38.7250	41.4420	110.7720

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

3) 遺伝子発現を基盤にしたチャの注目成分代謝系の解析

研究の目的：

世界保健機構 (WHO) や国連は、高齢化率が 21%を超えた社会を「超高齢社会」と定義しているが、現在の日本では総人口の 26.7%が 65 歳以上の高齢者となっている。また、今後も日本の高齢化率は上昇傾向が続くとみられ、2060 年には高齢化率が 40%になると推計されている。これは、1.3 人で 1 人の高齢者を支える状態であり、社会保障給付費の負担は現在の 1.8 倍になるとされている。労働人口の減少を避けるため、重度の要介護者の増加を防ぐ必要があると考えた。健康寿命の短縮、寝たきりや要介護状態の 3 大要因は、メタボリックシンドローム、ロコモティブシンドローム、認知症と言われており、本研究では、ロコモティブシンドロームと認知症の予防・改善に資するチャ成分として、アルギニン、オルニチン、およびテアニンに注目した。

チャ (*Camellia sinensis*) ゲノムは、約 4×10^9 (4 G) 塩基対 (bps) と推定され、すなわちヒト・ゲノム (3×10^9 bps) よりも大きく、さらにヘテロ接合である。このようにゲノムが大きく複雑なため、チャのゲノム解析は進んでいない。本研究室では、チャ品種「やぶきた」を用い、平均鎖 460 塩基の 473,599 リード (世界最多) の発現遺伝情報解析 (EST) を達成している。本研究では、この EST データベースを用い、アルギニン・オルニチンとテアニン代謝系の解析を行った。

研究の手法：

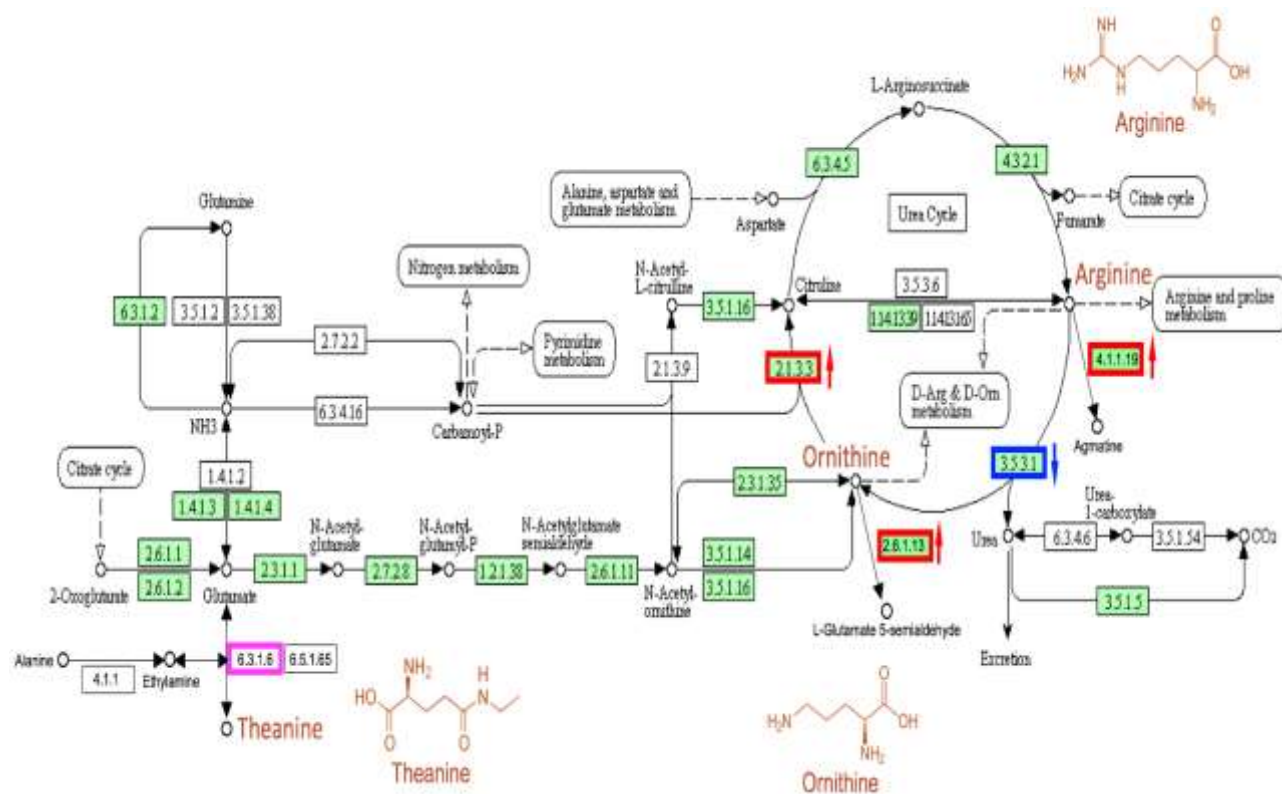
EST データベースの keyword search (コンティグの BLAST 相同性結果を文字列検索) や BLAST search (コンティグに対する NCBI データベース相同性検索) を使用し、アルギニン・オルニチンとテアニン代謝系を含む各種代謝系の酵素遺伝子と相同性を持つコンティグを検索した。その後、全ゲノム塩基配列が報告されているシロイヌナズナ遺伝子を対照として、本 EST コンティグを Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG: <http://www.kegg.jp/kegg/>) を用い系統解析した。

主な研究成果：

- 1) アルギニン・オルニチンおよびテアニンの代謝経路 (図 1) において、チャ品種「やぶきた」にはそれぞれ複数種の酵素の介在が明らかになった。それらの中で、テアニン合成酵素 (EC 6.3.1.6) は、チャで始めて遺伝子コード領域のヌクレオチド配列が明らかになった。
- 2) 遮光栽培により、アルギニン、オルニチン、テアニンの葉中含量が増大する。この一因として、アルギナーゼ (EC 3.5.3.1) の発現低下が見いだされた。
- 3) シロイヌナズナのトランスクリプトーム解析の結果から、乾燥ストレスにより、アルギニン・デカルボキシラーゼ (EC 4.1.1.19)、オルニチン・アミノトランスフェラーゼ (EC 2.6.1.13)、オルニチン・トランスカルバミラーゼ (EC 2.1.3.3) の遺伝子発現が上昇している。これにより、乾燥ストレス条件下において、アンチエイジング効果が報告されているポリアミン含量の増大が見込まれる。

- 1) 代謝酵素遺伝子のコード領域配列が明らかになったことから、育種や栽培において、アルギニン・オルニチンとテアニンの含有量増加に向けて、遺伝子発現解析が可能になった。
- 2) 製茶工程にこれらの遺伝子発現産物である酵素を働かせることにより、これら成分を増強した荒茶生産への道も想定圏内となった。

主要な成果



Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG: <http://www.kegg.jp/kegg/>) に登録されているシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) の代謝経路 (EC 酵素番号: 薄緑ハイライト) に対して、チャの酵素を追加表示した。紫枠: 本 EST データベースにより酵素コード領域が初めて明らかにされた遺伝子。青枠: チャの遮光栽培により発現が抑制される遺伝子。赤枠: シロイヌナズナのトランスクリプトーム解析の結果明らかになった乾燥・塩ストレスによって誘導される遺伝子。

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

4) カテキン耐性乳酸菌を用いた後発酵茶の機能性

研究の目的：

近年、日本の伝統的な発酵食品が機能性食品として注目を集めている。そこで茶の新規加工品として、副作用が懸念されるカフェインを低減させた低カフェイン茶を使用し、カテキン耐性乳酸菌によって発酵させた後発酵茶を開発した。さらに、その機能性として抗肥満効果を評価するためにリパーゼ活性阻害作用、また、骨代謝に与える影響を調べるために株化骨芽細胞様細胞（MC3T3-E1）の増殖促進効果について検討した。

研究の手法

茶生葉を 95℃、180 秒間熱水処理した後、通常工程により製造した低カフェイン茶、1 kg に乳酸菌溶液（*Lactobacillus plantarum*、 1.7×10^8 個/mL）を 100mL 加えて混和し 25℃ の暗所で 4 週間発酵させて、後発酵茶を作製した。この後発酵茶を乾燥させて粉末状にした後、1 kg に 100mL の蒸留水を加えて 70℃、1 時間加熱処理し抽出液を得た。さらに遠心分離により上清を採取しマイクロフィルターで濾過した溶液を機能性の評価のための試料とした。リパーゼ活性阻害作用は合成基質 4-methylumbelliferyl oleate (4MUO) の分解生成物を測定することにより評価し、株化骨芽細胞様細胞 MC3T3-E1 を培養し抽出液を添加後の増殖率を測定した。

主な研究成果

- 1) 低カフェイン茶を用いてカテキン耐性乳酸菌で発酵させた後発酵茶を作製した（図 1）。
- 2) リパーゼ活性阻害作用を検討した結果、後発酵茶抽出液には、抗肥満効果が明らかにされている緑茶と同等の効果があること示された。また、低濃度では緑茶以上の効果が期待された（図 2）。
- 3) 株化骨芽細胞様細胞の増殖作用を調べた結果、後発酵茶の抽出液は、骨形成に有効である緑茶と同等の効果があることが示唆された（図 3）。

今後の展望

高齢化社会における骨粗鬆予防のために、後発酵茶の骨代謝における作用をさらに追究し、機能性の優れた後発酵茶の作製を検討する。

（担当：食品栄養科学部 助教 斎藤貴江子）

主要な成果

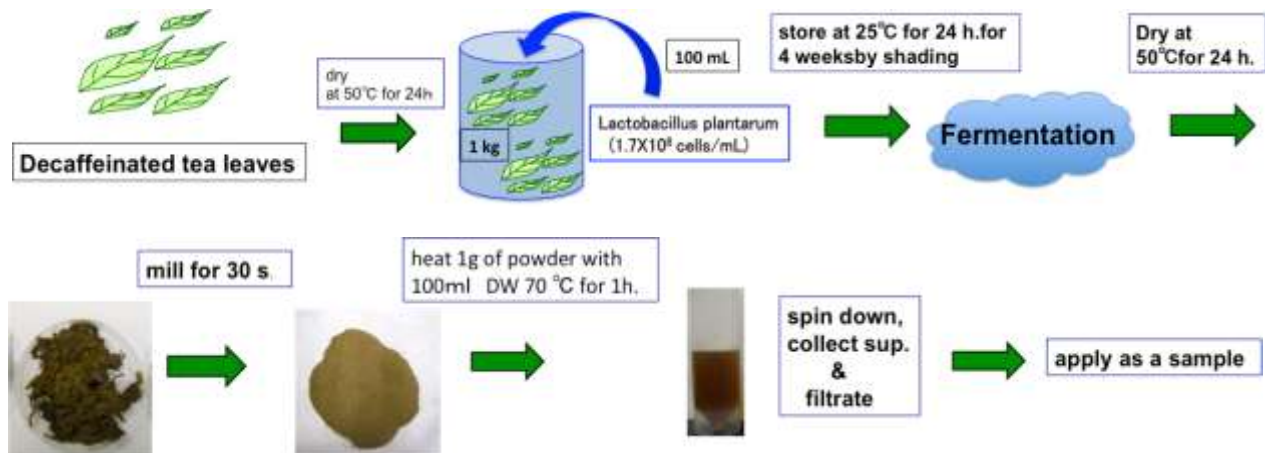


図 1 低カフェイン茶を用いた後発酵茶の作製と抽出液の調製

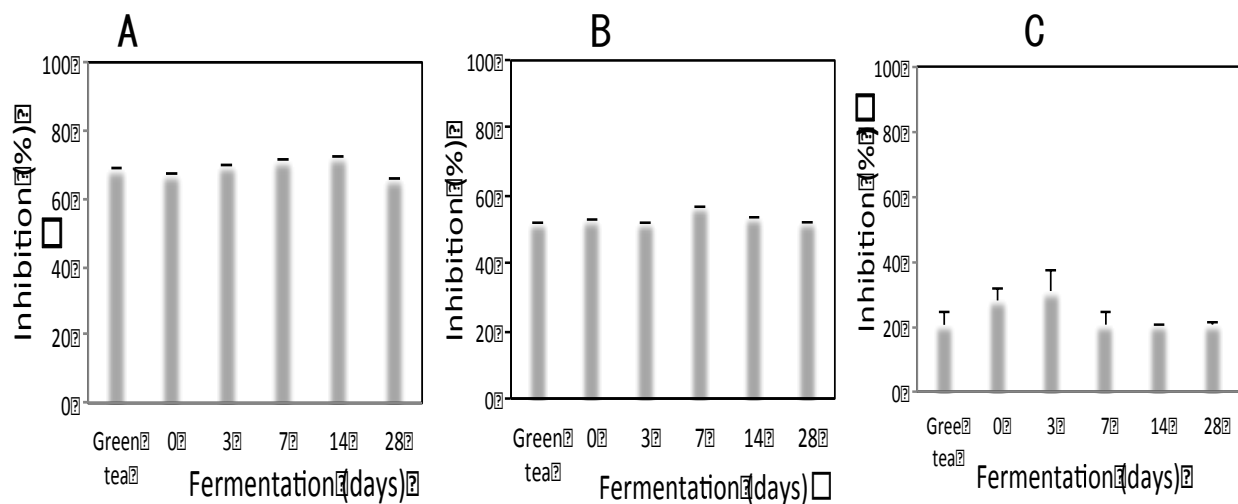


図 2 後発酵茶抽出液のリパーゼ活性阻害作用

A. 抽出液、B. 抽出液（1/10 希釈）、C. 抽出液（1/100 希釈）

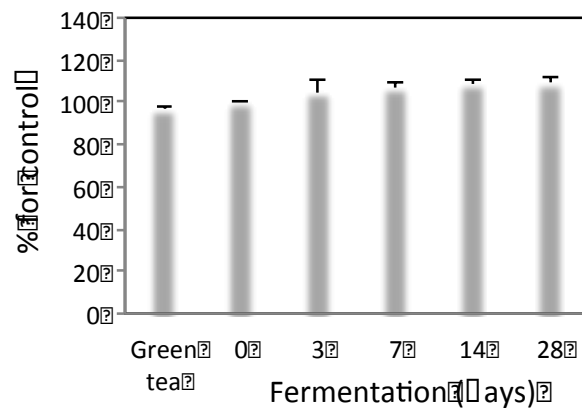


図 3 後発酵茶抽出液の骨芽細胞様細胞（MC3T3-E1）の増殖に与える影響

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

5) 茶の花（ハチミツ）を用いた香粧品の開発

研究の目的：

最近、様々な機能が注目されているハチミツに着目し、茶の花の蜜を採取し、茶のハチミツやミツロウを化粧品に添加することにより、あらゆる世代で 사용할 ことができる低刺激で付加価値の高い世界で初めての商品を開発する。このことは、茶の花(ハチミツ)の新たな有効利用法のひとつとして、地域資源を活用したその地ならではの商品の開発は六次産業化にもつながるものであり、販売による地域及び茶産業の活性化に寄与することをねらいとする。

研究の手法：

本課題における研究は、下記のとおりである。

- I.茶の花のハチミツやミツロウを添加した化粧品の開発
- II.茶の花のハチミツであることのエビデンスの付与
- III.開発された商品の機能実証

主な研究成果：

- 1) 9 月に茶園に巣箱を設置し、11 月下旬に回収し採蜜したが、本年は天候不順によりミツバチの訪花の機会が少なく、集蜜量が少なかった。
- 2) 本研究で得られたハチミツは、蜜蓋がないため、本来なら熟成度は低く、組成基準をクリアしないはずであるが、十分な糖度と水分量であった。これは、ミツバチのはばたきによる濃縮というより、採蜜作業における水分の蒸発の可能性もあった。
- 3) 茶の花の蜜と本研究で採取されたハチミツからテアニンが検出された。テアニン含有量は、花の蜜では、 0.0990 ± 0.0616 (n=4) ハチミツでは、 0.0747 ± 0.0177 (n=6) であった。テアニンは、他の植物には見られない茶に特有のアミノ酸であることから、本ハチミツは茶花由来であることが証明される。
- 4) 本ハチミツを 3 %含む石鹸を作成し、その使用具合をアンケートした結果、短期間にもかかわらず 10 代から 60 代までの 48 名から回収することができた。性別的には、女性が 75%であり、世代別では 20 代の学生が約 40%と最も多かった。
- 5) 使い心地、しっとり感、香り、手触りなどは「良い」「普通」で 80%以上を超す回答が見られたが、泡立ちでは「普通」が 30%、「悪い」が 44%だった。この理由としては、アンケートの際に石けんの試供品が小さかったために泡立ちが悪かったようであり、今後さらに検討が必要と思われた。

今後の展望

茶の花のハチミツ入香粧品は非常に貴重なものであり、山間地でも差別化商品となりえるものであるため、今後さらに研究を深化させたい。

(担当：食品栄養科学部 助教 斎藤貴江子)

主要な成果



図1 巣箱の設置状況



図2 分析に供したハチミツ

表1 茶の花の蜜とハチミツの主要成分濃度 (mg/ml)

	テアニン		カテキン類		カフェイン	
ハチミツ	0.0747 ± 0.0177	n=6	N.D.		0.00657 ± 0.0032	n=6
花の蜜	0.099 ± 0.0616	n=4	N.D.		0.023 ± 0.00675	n=4



図3 茶の花のハチミツ入り石鹸の試作

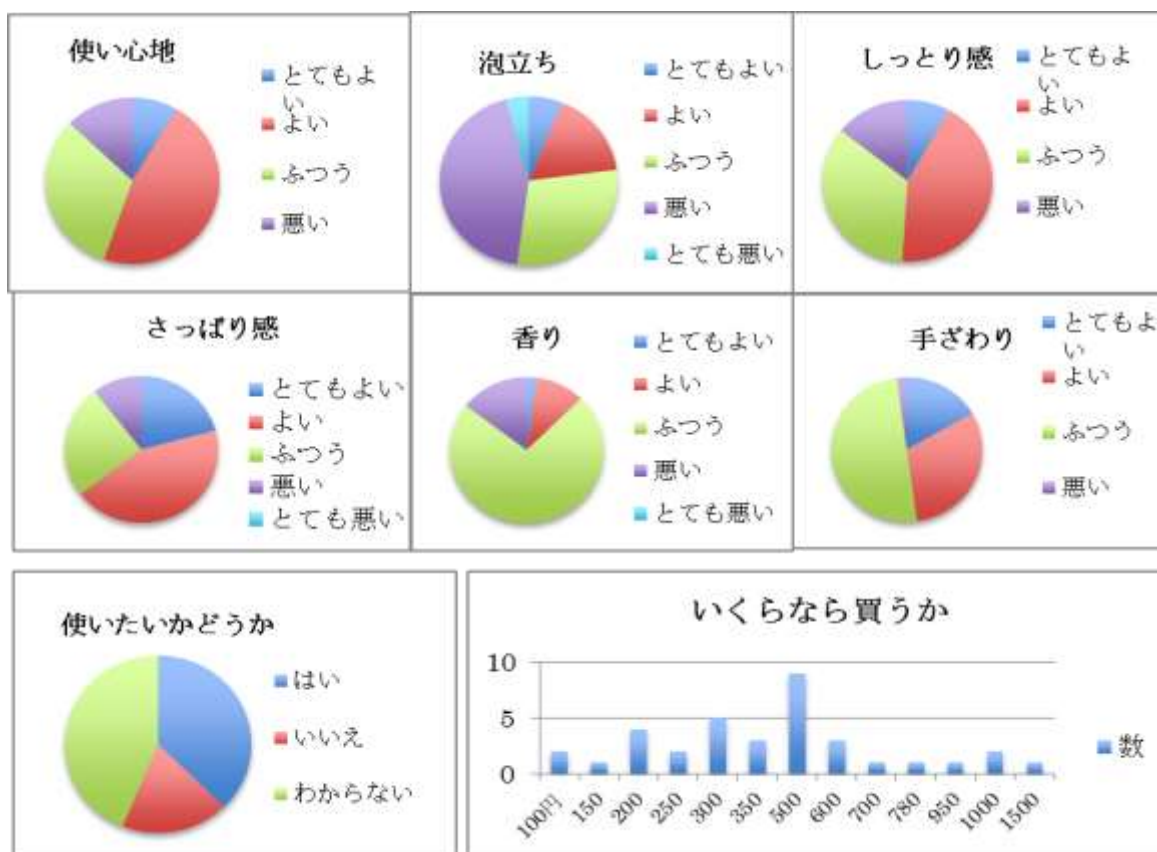


図4 茶の花のハチミツ入り石鹸のアンケート調査結果