

平成 29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) 緑茶の機能性発現メカニズムの研究

研究の目的：

緑茶には抗がん作用ほか様々な保健作用があることが知られており、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。これらの作用には、緑茶カテキンであるエピガロカテキンガレート (EGCG) が関わっていることが明らかになってきたが、作用メカニズムに関してはまだ不明な点も多い。

本研究では、これまでに本学食品栄養科学部生化学研究室、高度機能性食品探索研究室および茶学総合研究センターより発表してきた緑茶およびEGCGの作用発現のメカニズムを中心として、他の研究者による作用メカニズムに関する研究成果と比べ合わせ、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。また、緑茶の健康機能に関する研究への日本人研究者の貢献に関する文献調査を行った。

研究の手法：

緑茶の抗肝炎作用の研究において、ラットにおけるgalactosamineによる肝炎発症が、緑茶飲料により軽減されることを2005年に発表した。このとき、緑茶がガラクトサミン刺激による炎症性サイトカインTNF- α およびIL-1 β の血中濃度上昇を抑制し、肝におけるこれらの遺伝子発現上昇を抑制することを明らかにした。また、緑茶の非カテキン成分には、sterol response element binding protein (SREBP)の遺伝子発現を抑制する作用があり、緑茶の抗肥満作用に関係している可能性を明らかにした。EGCGにも同様作用があることが報告されている。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) 緑茶の抗肝炎作用

EGCGの肝障害抑制メカニズムに関し、TNF- α 遺伝子発現抑制のスキームを提示した(図1)。Galactosamine がROS産生を誘導するとの報告がある。他の研究者によるEGCGの抗炎症作用においてもEGCGのTNF- α 遺伝子発現抑制作用の関与が示されている。EGCGは強力な活性酸素種ROS除去活性を有しており、EGCGがROSを消去することにより、転写因子NF- κ Bの活性が抑制され、結果的にEGCGの抗炎症作用に密接に関連していると考えられる(図1)。一方、EGCGはROS産生を促進して、AMP-activated protein kinase (AMPK)を活性化することも知られており、活性化AMPKはTNF- α を抑制する結果、EGCGが肝障害抑制に働くと考えることもできる(図2)。以上のように、EGCGの作用には2つの相反するメカニズムがあり、ROS産生抑制かROS除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が、その詳細は今後解明する必要がある。

2) 緑茶の抗肥満作用

EGCGや緑茶非カテキン成分がSREBP遺伝子発現を抑制するメカニズムとして、ROS産生を促進してAMPKを活性化する可能性が考えられる(図2)。活性化AMPKは、PPAR- γ やSREBPなどの転写因子を抑制する結果、acetyl-CoA carboxylase (ACC)、fatty acid synthase (FASN)、

3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase (HMGR)などの脂質合成系酵素の遺伝子発現を抑制し、またPPAR- α を活性化し、lipoprotein lipase (LPL)やadipose triglyceride lipase (ATGL)などの脂質分解酵素系を活性化して、肥満抑制に働くと思われる(図2)。肥満抑制作用があると考えられているchlorogenic acid (CGA)、curcumin、quercetin、resveratrolと比較した結果、いずれのポリフェノールについても、ROS産生促進作用・AMPK活性化作用およびROS除去作用・NF- κ B活性抑制作用があるとする文献がそれぞれ複数あることがわかった。興味深いことに、食事制限の場合にも同様の作用があることがわかり、これらのポリフェノールの摂取は、食事制限と類似した面があるといえる。

3) 緑茶の効能研究の現状

PubMedデータベースで検索し、日本、アメリカ、中国の国別発表論文数を比較した結果、日本人による研究が1988-1999では首位であり、この分野の研究を牽引してきたことがわかった。例えば、Tsujiura によってエピカテキン、エピカテキンガレート、エピガロカテキンの化学構造が決定され、Hara らはEGCGやこれらのカテキンの純品を調製し、研究者に無料供与し、市販に導き、さらに標準化カテキン製品のアメリカFDAによる薬品としての認可に導いた。その他、緑茶の胃癌抑制効果の疫学研究、緑茶の抗変異原作用、抗発がん作用、アポトーシス誘導作用、抗転移作用などにおいて、先駆的研究結果が発表された。抗がん作用以外でも、コレステロール上昇抑制作用、抗菌作用など日本人の高い貢献度が認められた。しかし、近年は発表論文数が中国、アメリカより少なくなっており、今後の動向が注目される。

(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：

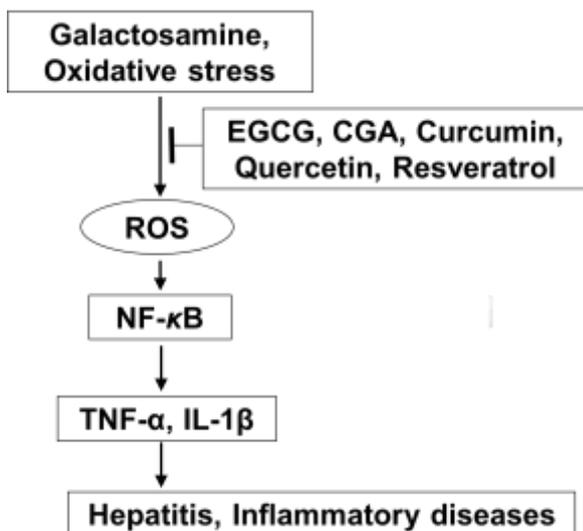


図1 ROSの抑制による各種遺伝子の発現活性

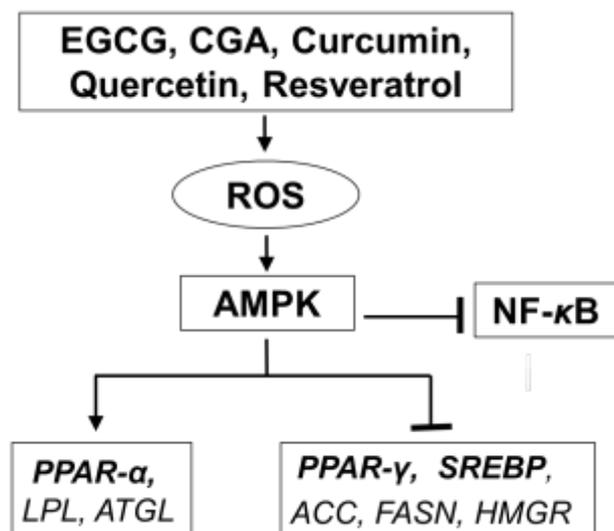


図2 ROSの促進による各種遺伝子の発現活性

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

2) 緑茶によるストレス緩和作用：

①抹茶のストレス緩和作用に関する臨床研究

研究の目的：

緑茶に含まれる主要なアミノ酸であるテアニンは、優れたストレス軽減作用を示すことがマウスおよびヒトで明らかとされてきた。しかしテアニンが示すストレス軽減作用は、緑茶中のカフェイン、および主要なカテキンであるエピガロカテキンガレート (EGCG) により強く抑制されることもこれまでに明らかにしてきた。抹茶にはテアニンが多く含まれているが、カフェインも多く含まれている。またそれらの成分組成は銘柄等により大きく異なる。そこで本研究では、どのような組成の抹茶がストレス軽減作用を示すのか、動物実験ならびに臨床試験により検討した。

研究の手法：

抹茶中のカテキン類、カフェインおよびアミノ酸類は HPLC にて測定した。動物実験では、雄マウスの縄張り意識を利用したストレス負荷実験系により、組成の異なる数種類の抹茶のストレス軽減作用を評価した。その結果に基づき、ストレス軽減作用が期待されるテスト抹茶と、対照となるプラセボ抹茶を選択した。静岡県立大学薬学部 5 年生 39 名に協力を依頼し、単盲検ランダム化比較試験により臨床試験を行った。参加学生は学内および学外での実習時に、テスト抹茶あるいはプラセボ抹茶 (3 g) を水で懸濁して適時摂取した。起床時における実習前後の唾液中のアマラーゼ活性値より、抹茶摂取によるストレスへの影響を評価した。なお本試験は、同大学研究倫理審査委員会の承認の下に実施した。

主な研究成果：

抹茶のストレス軽減作用は、テアニン及びアルギニンの両者の含有量が高いほど効果が高まることが明らかとなった。一方カフェインおよび EGCG は、テアニンに対する相対量が一定値以下である必要があった。テスト抹茶とプラセボ抹茶について臨床試験を行った結果、テスト抹茶摂取群では有意にストレスが抑制されたが、プラセボ抹茶群では効果が認められなかった。

ストレス軽減作用が期待される抹茶の成分組成の基準が明らかとなったことから、国内外で市販されている抹茶について、抹茶 1 杯 (2 g) を飲むことによるストレス軽減作用を推測した。国内で市販されている主要な抹茶 76 銘柄について調べたところ、36 銘柄にはストレス軽減効果が期待されると考えられた。海外で市販されている主要な 67 銘柄について調べたところ、ストレス軽減効果が期待されると考えられたのは 3 銘柄のみであり、その他の抹茶は日本国内で市販されているものに比べテアニン量が少なく、一方カテキン (EGCG) 量が多く、ストレス軽減効果が期待されないと考えられた。抹茶のストレス軽減作用はその成分組成により異なることから、抹茶の機能性としてストレス軽減作用を示すためには、何らかの基準を示す必要があると考えられる。

(担当：薬学部 准教授 海野けい子)

主要な成果：

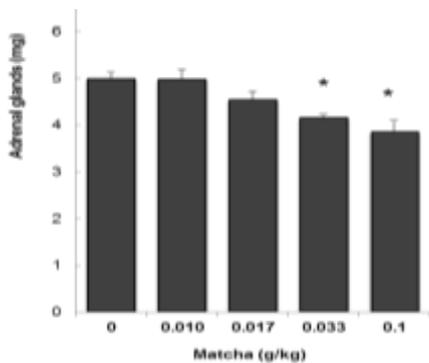


図1 抹茶の抗ストレス効果

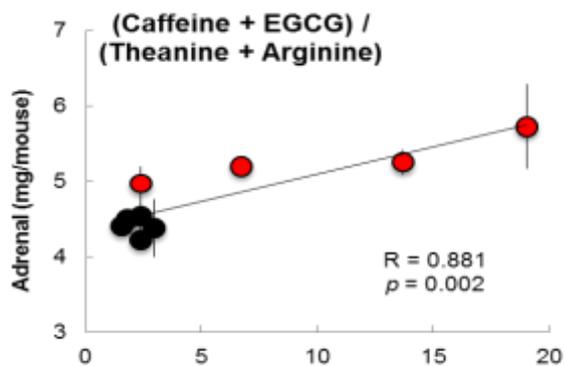


図2 抹茶の主要成分比率の抗ストレス効果

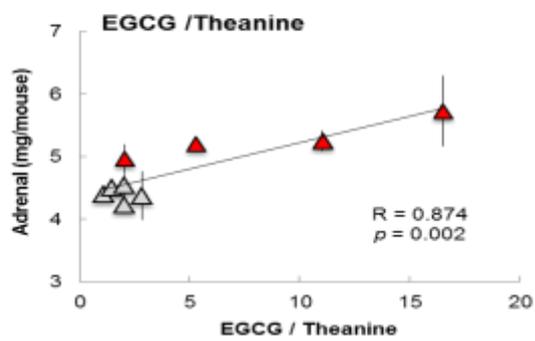
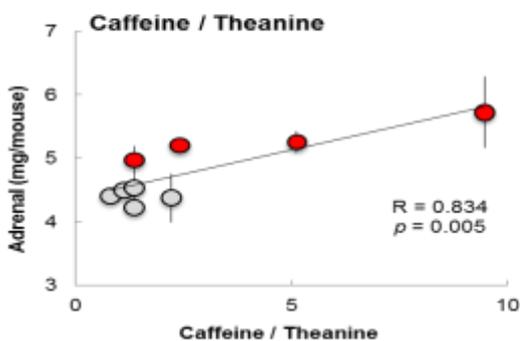
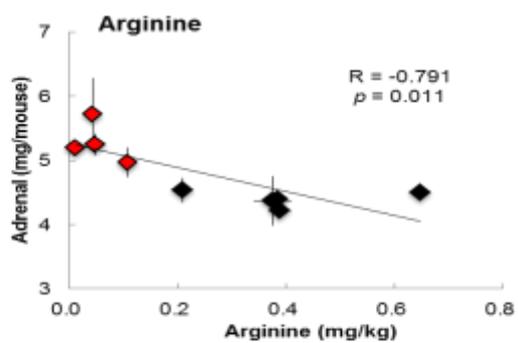
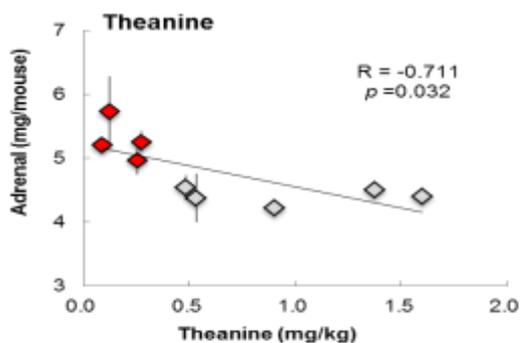


図3 抹茶の主要成分及びその比率の抗ストレス効果

表1 抹茶の主要成分及びその比率との抗ストレス効果の相関

Tea components	Correlation between adrenal hypertrophy	
	R	p
Theanine	-0.711	0.032
Arginine	-0.791	0.011
Theanine + Arginine	-0.755	0.019
Total amino acids	-0.756	0.018
Caffeine	-0.279	0.468
EGCG	0.072	0.854
EGCG + ECG	0.128	0.742
EGC	0.537	0.136
Caffeine / Theanine	0.834	0.005
Caffeine / Theanine + Arginine	0.865	0.003
Caffeine / Total amino acids	0.870	0.002
EGCG / Theanine	0.874	0.002
(Caffeine + EGCG) / (Theanine + Arg)	0.881	0.002
(Caffeine + EGCG) / Total amino acids	0.861	0.003
(Caffeine + EGCG + ECG) / (Theanine + Arg)	0.872	0.002

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

2) 緑茶によるストレス緩和作用：

②低カフェイン緑茶のストレス緩和作用に関する臨床研究

研究の目的：

現代は多くの人が何らかのストレスを抱えており、またわが国では高齢化が急速に進んでいる。長期にわたるストレスは様々な疾病を悪化させるだけでなく脳の老化も促進することから、ストレス軽減の対策は重要である。緑茶に含まれるテアニンは優れたストレス緩和作用を示すが、カフェインやカテキン（EGCG）はテアニンの作用を減弱させてしまうことが見出されている。そこで、茶葉中のカフェインを熱水シャワーによる処理により低下させた「低カフェイン緑茶」を作製し、それを「水出し」とすることで、テアニンの作用を相対的に高めることにした。本研究では臨床研究により、低カフェイン緑茶のストレス緩和作用を明らかにすることとした。

研究の手法：

- 1) 20代、40～50代、80～90代の参加者に毎日水出しした低カフェイン緑茶を飲んでいただき唾液アミラーゼ活性の変化をストレスの指標として評価した。
- 2) 40～50代、80～90代の参加者には、就寝時に簡易睡眠計を装着していただき、脳波を測定することにより睡眠への影響を検討した。
- 3) 20代、40～50代の参加者には、主観的ストレスや疲労感に関してアンケートに答えていただいた。

主な研究成果：

- 1) 唾液アミラーゼ活性を測定することにより低カフェイン緑茶摂取の効果を比較したところ、20代、40～50代、80～90代のいずれの参加者においても、対照となるお茶（20代では麦茶、40～50代では水出し煎茶、80～90代では煎茶（熱水））に比べ、有意にストレスが軽減していることが明らかとなった。
- 2) 脳波を測定することにより睡眠への影響を検討した結果、40～50代および80～90代の参加者において、対照となるお茶に比べ低カフェイン緑茶の摂取により、入眠時間や早朝覚醒の短縮、ノンレム睡眠の増加などが認められ、睡眠の質が高まっていることが見出された。
- 3) 20代の参加者では低カフェイン緑茶の摂取により、主観的ストレスが有意に低下していた。また40～50代の参加者に疲労感に関するアンケートを行ったところ、低カフェイン緑茶の摂取により月曜の朝の疲労感が有意に低下していた。

以上より、水出しした低カフェイン緑茶の摂取は各年代の参加者に対しストレス緩和作用を示すことが明らかとなった。これらの成果は下記の雑誌に掲載された。

1. Unno K et al., J Clin Biochem Nutr. 2017, 61(3):210-216.
2. Unno K et al., Nutrients. 2017, 9(7). pii: E777.
3. Unno K et al., Biol Pharm Bull. 2017;40(6):902-909.

今後の展望：

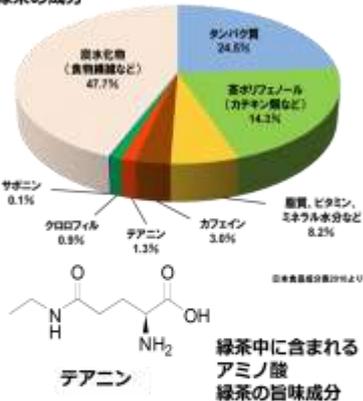
低カフェイン緑茶の優れたストレス軽減効果を広く伝える必要がある。

(担当：薬学部 准教授 海野けい子)

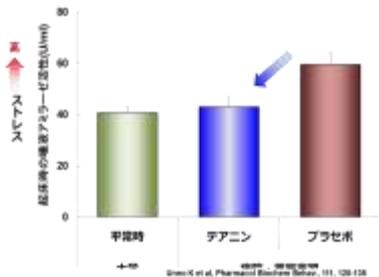
主要な成果：

現代は多くの人が何らかのストレスを抱えており、また高齢化が急速に進んでいる。長期にわたるストレスは様々な疾病を悪化させるだけでなく、脳の老化も促進することから、ストレス軽減の対策は重要である。

緑茶の成分



テアニンによる学生のストレス緩和

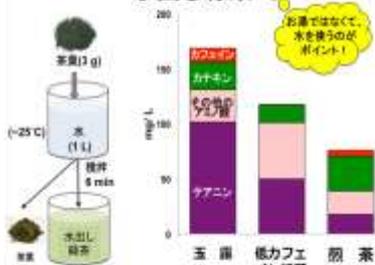


テアニンは優れたストレス緩和作用を示すが、緑茶中のカフェインやカテキン (EGCG) はテアニンの作用を減弱させてしまうことが見出されている。

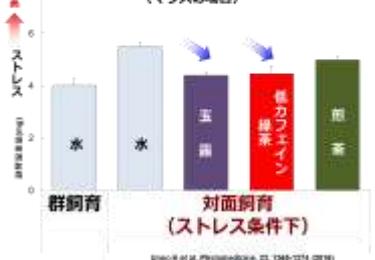


摘み取った茶葉に熱水のシャワーを噴霧すると、カフェインのみが通常の1/4~1/5程度に低下した「低カフェイン緑茶」となる。

水出し緑茶



水出し緑茶のストレス緩和作用 (マウスの場合)



動物実験で、低カフェイン緑茶はストレスを緩和することが明らかとなった。

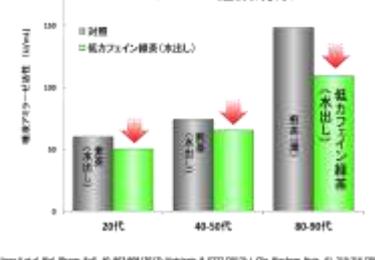
低カフェイン緑茶の臨床研究



唾液アミラーゼ活性の測定

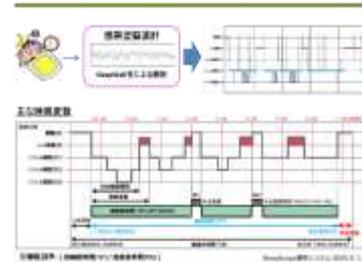


低カフェイン緑茶によるストレス軽減効果

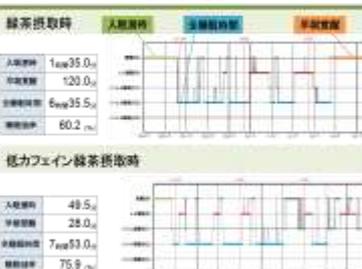


低カフェイン緑茶は、20代、40~50代、ならびに80~90代の参加者に対して、ストレス軽減効果を示した。

脳波の解析

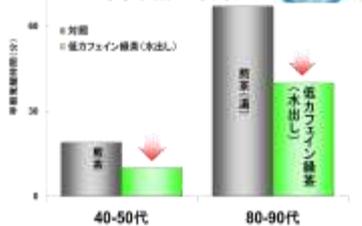


脳波の変化

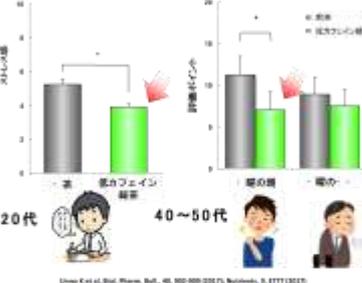


低カフェイン緑茶の摂取により、寝つきが良くなり、早朝に目が覚めてしまうことも改善した。

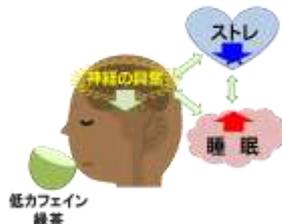
低カフェイン緑茶による早朝覚醒の抑制



主観的ストレス



低カフェイン緑茶の摂取により、ストレス感や、月曜日の朝の疲労感が軽減した。



緑茶中のカフェインならびにEGCGを低下させることで、テアニンの作用が相対的に高まる。脳に取り込まれたテアニンは、神経の過剰な興奮を抑制することにより、ストレスを軽減するとともに、睡眠の質も高めると考えられる。

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老化抑制の機構解明

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抑制できることを、われわれは実験動物を用い明らかにしてきた。その機構を明らかにするため、エピガロカテキンガレート (EGCG) 等のカテキン類の血液脳関門 (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た結果、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。一方、生体内に取り込まれた EGCG の大部分は小腸ならびに大腸で分解され、それら代謝物も血流を介して脳に至る可能性が考えられることから、本研究では、EGCG ならびにその代謝物の脳に対する作用の機構について、更なる解明をめざした。

研究の手法：

- 1) カテキン代謝物の 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。
- 2) 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) EGCG の主要代謝物である 5-(3', 5' -dihydroxyphenyl)- γ -valerolactone (EGC-M5)、及びその抱合体について (図 1)、BBB 透過性を比較した。その結果 EGC-M5 およびその抱合体も EGCG と同様に、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)。
- 2) SH-SY5Y 細胞に対する作用を比較した結果、EGC-M5 は EGCG と同程度に 0.05 μ M という低い濃度で細胞の分化・増殖を促進した。EGC-M5 の抱合体は作用が弱かった (図 2、3)。

これらの成果は *Mol Nutr Food Res.* 2017, 61(12). 1700294. に掲載された。

今回、EGC-M5 が EGCG と同様に脳内に取り込まれ、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可能性が示唆されたことから、EGCG の脳に対する作用として、次のような新たな考えを提唱する。

経口的に取り込まれた EGCG はその一部が小腸から取り込まれ脳に至るが、摂取後約 2 時間をピークとしてその後は排泄されてしまう。一方摂取後 8 時間以降になると EGCG の代謝物である EGC-M5 等が生成され、それらは大腸から取り込まれ血流を介して脳に至り、脳神経細胞に作用していることが考えられる。このように EGCG は、EGCG そのものの作用だけでなく、代謝物も脳に作用するという優れた特徴を持っている可能性を、新たに提唱する (図 4)。

今後の展望：

EGCG や EGC-M5 は非常に低い濃度で神経細胞の分化を促進することから、その作用メカニズムの解明を進めていく。

(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：

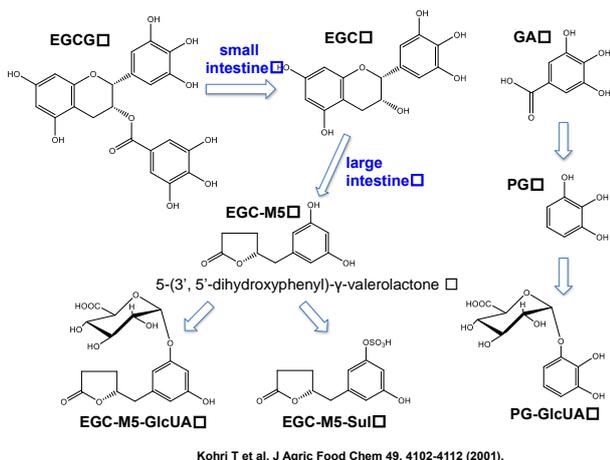


図1 EGCGの代謝経路

表1 茶の各種成分のBBB透過性

BBB Permeability of EGC-M5 and Other Metabolites		
Sample	Permeability coefficient [10 ⁻⁶ cm/s]	BBB permeability (%) (0.5 h)
EGC-M5	12.45 ± 0.45	3.70 ± 0.13
EGC-M5-GlcUA	8.68 ± 0.01	2.58 ± 0.00
EGC-M5-Sul	10.11 ± 0.76	3.00 ± 0.23
Pyrogallol	9.55 ± 0.92	2.84 ± 0.27
PG-GlcUA	6.43 ± 0.98	1.91 ± 0.29
EGCG	9.31 ± 0.32	2.77 ± 0.10
EGC	11.56 ± 1.05	3.43 ± 0.31
GA	21.97 ± 1.92	6.52 ± 0.57

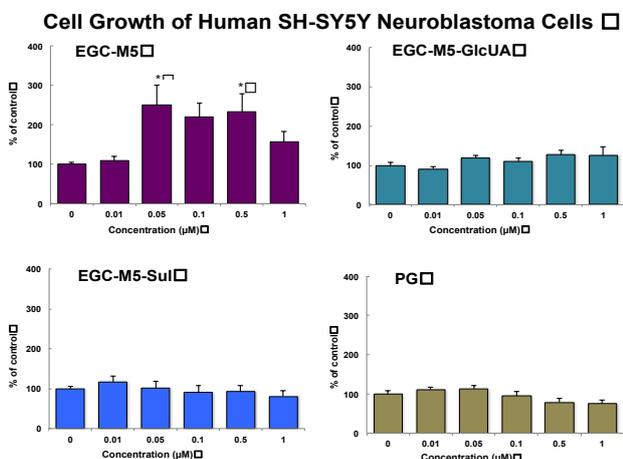


図2 EGCG代謝産物のSH-SY5Y細胞の増殖分化促進効果

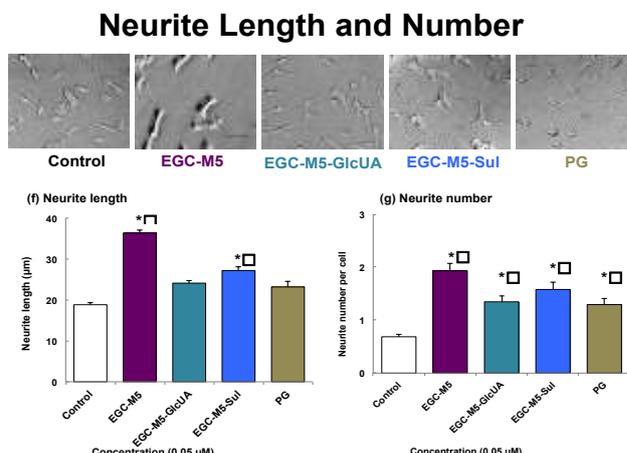


図3 EGCG代謝産物のSH-SY5Y細胞の増殖分化促進効果と写真

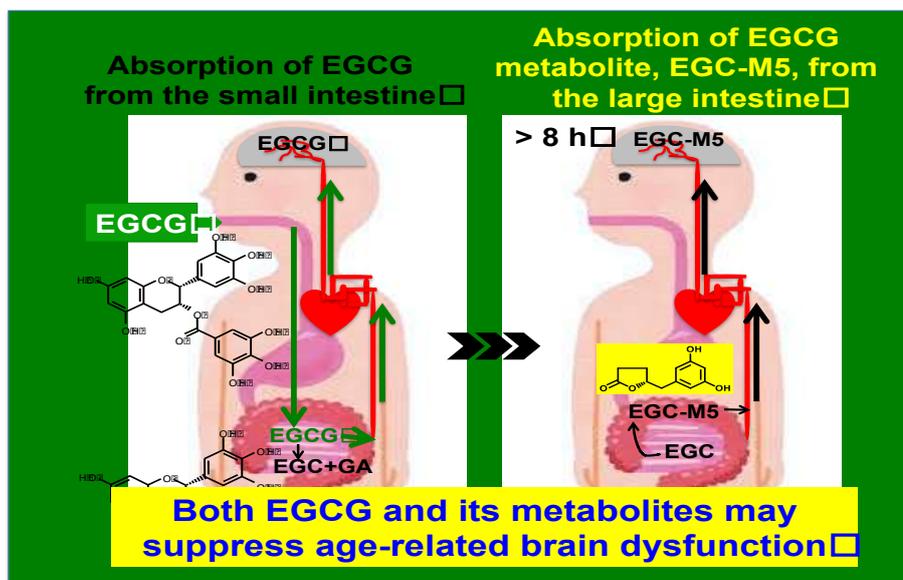


図4 EGCG及びその代謝産物脳内細胞への寄与メカニズム

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

4) 茶根抽出液の飲用による老化促進マウスの脳機能に与える影響

研究の目的：

現代の高齢化社会においては、認知症などの脳疾患の増加が大きな社会的問題となっている。近年、緑茶中の主要なアミノ酸であるテアニンに、脳神経細胞の保護作用やリラックス効果があることが明らかにされ注目されている。このテアニンは茶の根で合成されるため、葉よりも根に多くふくまれていることから、水耕栽培の茶樹の根から抽出液を調製して老化促進モデルマウス（Senescence Accelerated Mouse, SAM）に、長期間飲水させて、その認知機能に与える影響を調べた。また、生存率に与える影響について検討した。

研究の手法：

1. 養液で栽培した茶樹（*Camellia sinensis*）の根の乾燥粉末 1g に 100mL の水を加え、70℃ で 0.5 時間処理して抽出液を得た。その 100 倍希釈溶液を高濃度抽出液、1000 倍希釈を低濃度抽出液として動物実験に用いた。
2. 根のアミノ酸は LC-MS/MS、無機元素は ICP-MS で分析した。
3. 脳機能の評価方法：位置再認識記憶試験
オープンフィールド内で 2 週間馴化させた。A, B の物体を置いたオープンフィールドにマウスを入れ、5 分間自由に探索させた（習得試行）。24 時間後、同じオープンフィールドの片方の物体を異なる位置に移動し、その中にマウスを入れて 3 分間、自由に探索させた。その様子をビデオに録画した（テスト試行）。録画画像から、テストステップの既知の物体 A と移動した物体 B に対する「接触時間」と「接触回数」を解析した。解析値を分析し、物体 B に対する接触時間や接触回数が多いほど記憶が保持されていると評価とした。
4. 茶の根の抽出液の効果を生存率の比較により評価した。

主な研究成果

1. 茶樹の水耕栽培の根を分析した結果、カテキン、カフェインは検出されなかった。しかしテアニンは葉に含まれる数倍の含有量であった。
2. 位置再認識試験の結果から、茶根の抽出液には記憶の保持能力を向上させる傾向があった。
3. 茶根の抽出液に寿命延長効果があることが認められ、高濃度ほどその効果が高かった。
4. 茶根の抽出液中は、単体で用いたテアニンよりも効果が高い傾向になった。これは、抽出液中の他の成分との相互作用による影響が大きい。

今後の展望：

老化促進マウスの脳の機能低下は茶根の抽出液によって改善される可能性があり、また延命効果も確認されたことから、老化による脳の機能障害の抑制と健康に与える効果が期待された。今後は茶根の抽出液が、認知機能にどのような影響を与えるのかを明らかにして、脳の機能障害の抑制と健康に与える効果についてさらに検討したい。

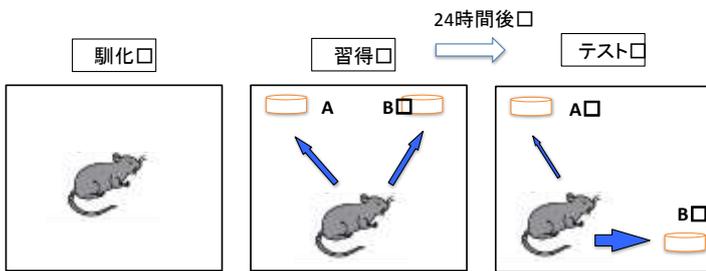
（担当：食品栄養科学部 助教 斎藤貴江子）

主要な成果

水耕栽培の茶樹の根



位置再認試験



オープンフィールド (木箱、42×42×42cm)

茶の根の抽出液の成分分析

遊離アミノ酸

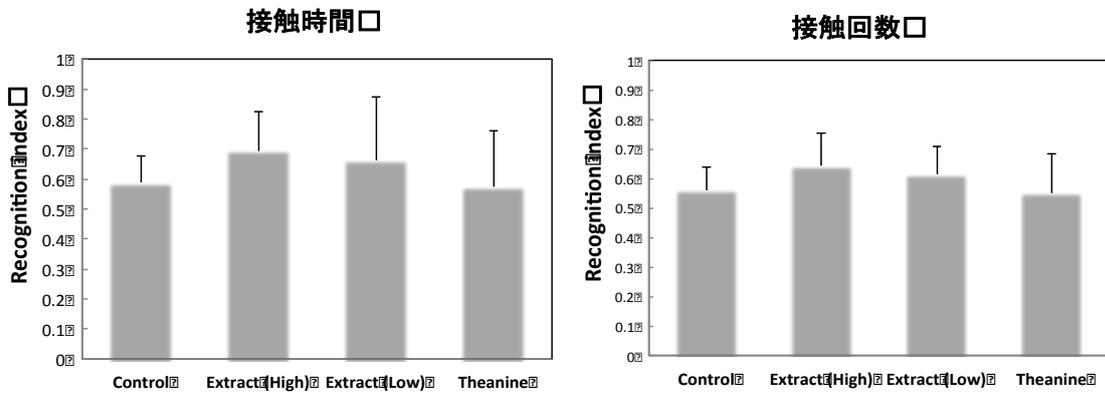
Amino acid	mg/100 mL
Aspartic acid	0.2
Glutamic acid,	1.4
Asparagine	0.4
Serine	0.1
Glutamine	0.8
Threonine	0.8
Glutamine	7.2
Theanine	56.7
Alanine	0.6
Tyrosine,	< 0.1
GABA (γ- Aminobutyric acid)	0.7
Methionine	< 0.1
Valine,	0.1
Phenylalanine	< 0.1
Isoleucine	< 0.1
leucine	0.1
lysine	0.3

無機元素

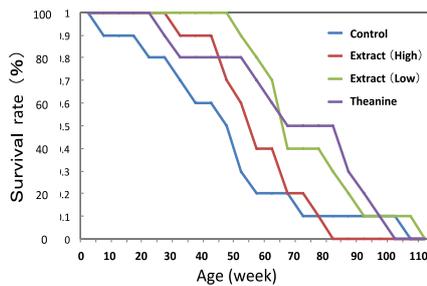
無機元素	濃度
Ca	1.0
P	0.5
K	1.5
Mg	0.8
Na	0.2
Fe	0.1
Zn	0.05
Cu	0.02
Mn	0.01
B	0.005
Si	0.002
Al	0.001
Cl	0.0005
S	0.0002
I	0.0001
Br	0.00005
Li	0.00002
Ni	0.00001
Co	0.000005
Mo	0.000002
V	0.000001
Cd	0.0000005
Pb	0.0000002
Hg	0.0000001
As	0.00000005
Cr	0.00000002
Mn	0.00000001
Se	0.000000005
Be	0.000000002
Ba	0.000000001
Sc	0.0000000005
Y	0.0000000002
Zr	0.0000000001
Nb	0.00000000005
Mo	0.00000000002
Ta	0.00000000001
W	0.000000000005
Re	0.000000000002
Os	0.000000000001
Ir	0.0000000000005
Pt	0.0000000000002
Au	0.0000000000001
Hg	0.00000000000005
Pb	0.00000000000002
Bi	0.00000000000001
Po	0.000000000000005
At	0.000000000000002
Rn	0.000000000000001

※ カテキン、カフェインは検出されなかつた

茶の根の抽出液の位置再認識記憶に対する効果



茶の根の抽出液の生存率に与える効果



	Maximum life-span (weeks)	Average life-span (weeks)	Significant (vr. Control)
Control	109	70.8±21.1	-
Extract (High conc.)	112	91.0±11.2	P<0.05
Extract (Low conc.)	97	80.2±11.9	n.s.
Theanine	106	87.6±18.9	n.s.

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

5) 抗ストレス強化粉末緑茶の開発

①素材の選定

研究の目的：

機能性表示食品に係る登録制度ができ、ますます飲食材の機能性の期待は高まっている。これまで、テアニンなどによる抗ストレス効果は、カテキン類やカフェインなどの拮抗成分の減少により、著しく高くなることを見出されている。そこで、抽出した各種茶をブレンドした後、スプレイドライすることで抗ストレス成分を強化した粉末緑茶を開発することを目的とする。

研究の手法：

供試材料に選定した3種のお茶から、まずは抽出温度及び抽出時間を組み合わせ、茶量は10g/200mlの割合で、抽出条件を設定した。次に、抽出した溶液に対して、官能評価、味覚センサー評価及び化学成分含有量を分析したのち、抗ストレス強化粉末茶を満たす条件に見合う抽出温度、抽出時間を選定した。なお、官能評価は通常の方法により水色と香味に焦点を当て、化学成分含有量はHPLCにより、味覚は味覚センサーにより評価した。

主な研究成果：

- 1) 本試験に供試した3種類のお茶はいずれもそれぞれの香味の特徴を良く示していた(表2)。
- 2) 茶種ごとに抽出を行った結果、低カフェイン茶は、温度が低く、抽出時間が短い場合にはやや薄味であったが、時間が長くなるにつれ、旨味が感じられるようになった。茎茶については、温度が低く、抽出時間が短い場合にはやや青臭が感じられるものの旨味があった。かぶせ茶については、水色は抽出温度が低い場合には薄く、温度が高い場合にはやや赤みを感じられた(表3)。
- 3) 味覚センサーでの評価結果は、低カフェイン茶、茎茶およびかぶせ茶とも、「旨味」「旨味コク」「渋み」は、ほぼ同様な傾向を示し、抽出温度が高いほどセンサー値は高く、抽出時間が長くなるほど60℃と90℃の値は低下した。「苦味」については、いずれの抽出温度とも時間の経過とともに値が上昇し、「苦味雑味」は、30分までは低下するものの、その後は一定化する傾向がみられた(図1)。
- 4) 化学成分含有量については、低カフェイン茶、茎茶、かぶせ茶とも、カフェイン、アミノ酸類及びカテキン含有量とも、抽出温度が高くなるほど、また浸出時間が長くなるほど含有量が高まる傾向にあった。ただし、5℃及び20℃では、浸出時間が短いほど低かった(図2)。

今後の展望：

本年度に作成した抗ストレス強化粉末緑茶素材の化学成分含有量の分析と抗ストレス効果については今後評価する予定である。

(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 浸出条件

	5°C	20°C	60°C	90°C
5分	○	○	○	○
30分	○	○	○	○
3時間	○	○	○	○
7時間	○	○	○	
20時間	○	○		

表 2 3種類の茶のテアニン含有量及び EGCG/EGC とカフェイン/テアニンの比率

	テアニン	EGCG	EGC	EGCG/EGC	カフェイン	カフェイン/テアニン
低カフェイン茶	0.54	6	4.1	1.46	0.96	1.78
茎茶	1.21	3.03	2.62	1.16	1.85	1.53
かぶせ茶	1.16	5.36	1.34	4.00	3.16	2.72

表 3 官能評価結果のとりまとめ(◎良、○やや良を示す)。

茎茶	5°C				20°C				60°C				90°C			
	5分	30分	3時間	7時間	5分	30分	3時間	7時間	5分	30分	3時間	7時間	5分	30分	3時間	7時間
5分					◎	○										
30分	◎	○														
3時間	○												◎	○		
7時間	○												◎			
20時間													○			

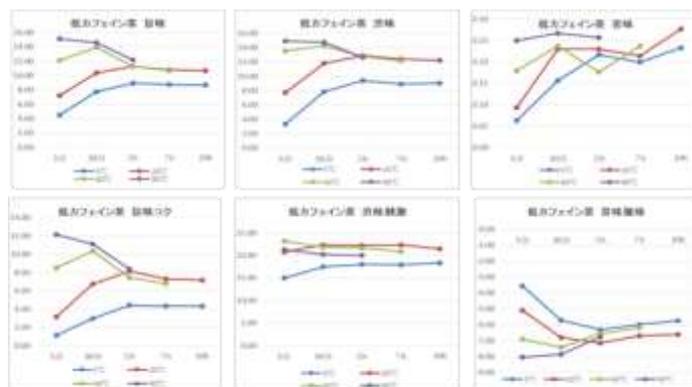


図 1 低カフェイン茶の浸出液における味覚センサー結果

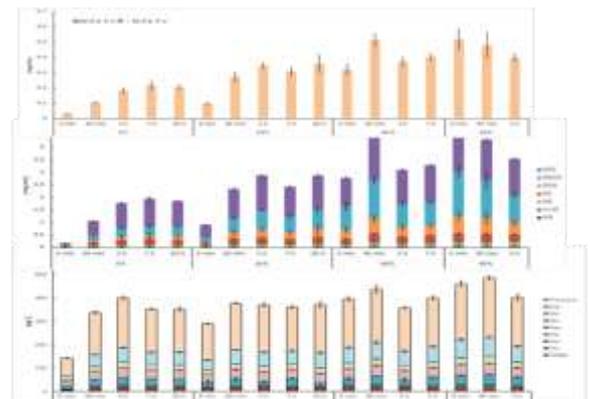


図 2 低カフェイン茶の浸出液における化学検分含量

表 4 3種類の茶の浸出液における EGCG/EGC 及びカフェイン/テアニン比率

茶葉	抽出時間	温度	EGCG/EGC		カフェイン/テアニン		抽出率	茶葉	抽出時間	温度	EGCG/EGC		カフェイン/テアニン		抽出率		
			EGCG	EGC	カフェイン	テアニン					EGCG	EGC	カフェイン	テアニン			
茎茶	5 min	5°C	0.071	0.240	0.323	0.188	0.236	0.795	低カフェイン茶	5 min	5°C	0.034	0.060	0.561	0.034	0.077	0.438
	30 min	5°C	0.129	0.463	0.279	0.378	0.399	0.946		30 min	5°C	0.201	0.577	0.349	0.107	0.181	0.594
	3 h	5°C	0.209	0.686	0.304	0.575	0.502	1.145		3 h	5°C	0.342	1.002	0.341	0.184	0.212	0.669
	7 h	5°C	0.248	0.753	0.329	0.637	0.583	1.132		7 h	5°C	0.376	1.105	0.341	0.218	0.186	1.173
	20 h	5°C	0.170	0.766	0.221	0.653	0.509	1.282		20 h	5°C	0.377	1.019	0.370	0.207	0.184	1.124
20°C	5 min	20°C	0.179	0.392	0.456	0.354	0.329	1.078	低カフェイン茶	5 min	20°C	0.220	0.464	0.473	0.100	0.156	0.645
	30 min	20°C	0.322	0.784	0.411	0.712	0.544	1.309		30 min	20°C	0.585	1.155	0.506	0.275	0.189	1.386
	3 h	20°C	0.350	0.971	0.360	0.887	0.572	1.551		3 h	20°C	0.771	1.400	0.551	0.348	0.203	1.718
	7 h	20°C	0.448	0.891	0.500	0.813	0.523	1.555		7 h	20°C	0.631	1.196	0.527	0.309	0.187	1.653
	20 h	20°C	0.348	0.841	0.388	0.863	0.558	1.547		20 h	20°C	0.787	1.369	0.580	0.361	0.206	1.750
60°C	5 min	60°C	0.708	0.839	0.844	0.896	0.515	1.739	低カフェイン茶	5 min	60°C	0.946	1.134	0.834	0.321	0.209	1.540
	30 min	60°C	0.750	1.144	0.656	1.092	0.690	1.582		30 min	60°C	1.540	1.737	0.887	0.514	0.227	2.264
	3 h	60°C	0.484	1.078	0.450	1.010	0.623	1.622		3 h	60°C	0.947	1.355	0.699	0.373	0.186	2.008
	7 h	60°C	0.352	0.954	0.369	0.879	0.581	1.513		7 h	60°C	0.920	1.505	0.611	0.404	0.207	1.945
	20 h	60°C	0.390	1.193	0.430	1.193	0.615	1.939		20 h	60°C	1.789	1.617	1.106	0.519	0.237	2.186
90°C	5 min	90°C	0.961	0.972	0.668	1.076	0.572	1.881	低カフェイン茶	5 min	90°C	1.531	1.627	0.941	0.481	0.252	1.907
	30 min	90°C	0.990	1.193	0.630	1.193	0.615	1.939		30 min	90°C	1.100	1.464	0.759	0.399	0.208	1.923
	3 h	90°C	0.606	0.997	0.607	0.959	0.541	1.773									
かぶせ茶	5 min	5°C	0.010	0.013	0.789	0.158	0.141	1.121	かぶせ茶	5 min	5°C	0.010	0.014	0.726	0.158	0.111	1.507
	30 min	5°C	0.010	0.022	0.815	0.229	0.110	2.091		30 min	5°C	0.010	0.022	0.815	0.229	0.110	2.091
	3 h	5°C	0.023	0.030	0.768	0.215	0.126	1.714		3 h	5°C	0.023	0.030	0.768	0.215	0.126	1.714
	7 h	5°C	0.033	0.039	0.842	0.246	0.124	2.017		7 h	5°C	0.033	0.039	0.842	0.246	0.124	2.017
	20 h	5°C	0.068	0.065	1.025	0.285	0.184	1.545		20 h	5°C	0.068	0.065	1.025	0.285	0.184	1.545
20°C	5 min	20°C	0.177	0.144	1.228	0.424	0.217	1.952	かぶせ茶	5 min	20°C	0.177	0.144	1.228	0.424	0.217	1.952
	30 min	20°C	0.110	0.091	1.293	0.390	0.188	2.326		30 min	20°C	0.110	0.091	1.293	0.390	0.188	2.326
	3 h	20°C	0.102	0.078	1.352	0.382	0.159	2.481		3 h	20°C	0.102	0.078	1.352	0.382	0.159	2.481
	7 h	20°C	0.078	0.076	1.000	0.376	0.155	2.429		7 h	20°C	0.078	0.076	1.000	0.376	0.155	2.429
	20 h	20°C	0.259	0.118	2.197	0.402	0.177	2.268		20 h	20°C	0.259	0.118	2.197	0.402	0.177	2.268
60°C	5 min	60°C	0.351	0.179	1.962	0.567	0.222	2.554	かぶせ茶	5 min	60°C	0.351	0.179	1.962	0.567	0.222	2.554
	30 min	60°C	0.221	0.133	1.684	0.445	0.188	2.372		30 min	60°C	0.221	0.133	1.684	0.445	0.188	2.372
	3 h	60°C	0.092	0.055	1.658	0.298	0.142	2.022		3 h	60°C	0.092	0.055	1.658	0.298	0.142	2.022
	7 h	60°C	0.444	0.171	2.598	0.590	0.237	2.442		7 h	60°C	0.444	0.171	2.598	0.590	0.237	2.442
	20 h	60°C	0.398	0.171	2.327	0.601	0.248	2.422		20 h	60°C	0.398	0.171	2.327	0.601	0.248	2.422
90°C	5 min	90°C	0.159	0.083	1.911	0.406	0.189	2.148	かぶせ茶	5 min	90°C	0.159	0.083	1.911	0.406	0.189	2.148
	30 min	90°C								30 min	90°C						
	3 h	90°C								3 h	90°C						

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

5) 抗ストレス強化粉末緑茶の開発

②素材の粉末茶化

研究の目的：

機能性表示食品に係る登録制度ができ、ますます飲食材の機能性の期待は高まっている。これまで、テアニンなどによる抗ストレス効果は、カテキン類やカフェインとの拮抗成分の減少により、著しく高くなることを見出されている。そこで、抽出した各種茶をブレンドした後、スプレードライすることで抗ストレス成分を強化した粉末緑茶を開発することを目的とする。

研究の手法：

前項で選定された各茶種別の抽出温度及び抽出時間により抽出した茶エキスを分離、濃縮、スプレードライヤーによる乾燥、粉末化处理により、抗ストレス強化粉末茶素材を作成する。

主な研究成果：

- 1) 低カフェイン茶、茎茶、かぶせ茶の3種のお茶を1.5 kgずつ表1に示す条件下において、水道水30リットルで抽出した。
- 2) 抽出終了後、茶殻と抽出液を分離するため、低カフェイン茶及び茎茶は、20メッシュで通過後、次に100メッシュで通過させ、更に吸引器を用いてNo.2ろ紙でろ過した。かぶせ茶は、100メッシュ後にさらに350メッシュを通過させた。
- 3) ろ過前後の浸出液は、分離前には低カフェイン茶や茎茶はやや黄緑色だったものが、清澄な黄緑色の水色となった。かぶせ茶は濃緑色だったものが黄緑色になった。
- 4) ろ過後の3種類のお茶を各々エバポレーターにより20～30℃で減圧濃縮した結果、濃縮エキスとして1.5 kgの茶葉から低カフェイン茶は804g、茎茶は1039g、かぶせ茶は843gとなり、各々の抽出率は17.2%、20.6%、18.9%となった。
この抽出濃縮エキスを80℃で加熱殺菌後、スプレードライヤーで乾燥粉末化し42メッシュで篩別し、最終的には「低カフェイン茶」234g、「茎茶」245g、「かぶせ茶」250gの抗ストレス強化粉末茶素材が作成された。
- 5) 乾燥粉末は、低カフェイン茶は白緑色、茎茶は薄緑色、かぶせ茶は黄緑色であった(図2)。3種の粉末茶とも溶解した水色は薄黄色で美しく、香りこそ少ないものの滋味はいずれも濃厚で、特に茎茶から作成した粉末茶には強烈な旨味が認められた。

今後の展望：

今後、3種類の粉末茶の化学成分含有量を把握することにより、各々の素材の配合割合を調査し、抗ストレス強化粉末茶としての味覚評価やストレス軽減効果を検証する予定である。

(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 3種類の茶の抗ストレス強化粉末茶用浸出条件

茶種	100mlに対する茶量	抽出温度	抽出時間	抽出条件
かぶせ茶	5g	20°C(室温)	30分	静置
茎茶	5g	5°C(冷蔵庫内)	30分	静置
低カフェイン茶	5g	5°C(冷蔵庫内)	30分	静置



図 2 低カフェイン茶、茎茶及びかぶせ茶の抗ストレス強化粉末茶用素材

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している。

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、7回であった(表1)。
- 2) セミナーの内容は多岐にわたるが、お茶の機能性研究の成果を分かりやすく伝達してほしいとの依頼や低迷化している茶業の今後の方向性や地域の活性化・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) また、熊本で開催された地紅茶サミットにおいて、在来種からつくられる紅茶の特質などについての紹介と今後の地紅茶のあり方について講演し、注目された。
- 4) さらに、本大学のCOC事業の一環として、「牧之原の未来が見えるお茶カフェ」セミナーが本年度も実施され、牧之原茶——未来へのステップアップ——と題して講演した。この時の受講生には高校生が多く、未来志向の話題となり、茶業に夢も感じられた。
- 5) お茶の健康については、茶業関係者のみならず、日本体育学会会員、静岡市お茶の学校受講生、総合食品講座受講生、JA 婦人部など幅広い対象者に茶の機能性を各々の立場に応じて紹介した。
- 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あった。

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

お茶と健康	日本体育学会	(平 29. 09)
お茶の効能	静岡市お茶の学校	(平 29. 09)
食品素材としての茶の利用、	総合食品学講座	(平 29. 09)
牧之原の未来が見えるお茶カフェ	COC	(平 29. 10)
在来種の来歴とその活かし方	熊本県	(平 29. 11)
長生きの秘訣～お茶のある生活～		(平 29. 12)
飲み方が変われば生産も変わる		(平 30. 01)



図 1 セミナー風景

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、4回のセミナーを行った(表1)。
- 2) そのなかで、グローバルチャレンジは韓国から静岡に研修に来た学生を対象に日本茶の優れた特性と題して静岡県立大学を会場として実施した。本学や茶学総合研究センターの概要紹介はもとより、日本茶の生産や他の国のお茶との違いなどを中心に紹介した。
- 3) また、韓国のソウルにおいては「幼児教育の中のお茶」をテーマにシンポジウムが開催され、インド、スリランカ、トルコ、オーストラリア、米国、中国、韓国などとともに、日本からは中村が静岡県の緑茶の愛飲条例や茶育について紹介した。
- 4) 10月には日本茶輸出協議会が共催し、静岡県立大学を会場に13カ国23名の外国人を対象に日本茶セミナーを開催した。本学からは、山田浩先生、海野けい子先生なども講師となり座学からお茶の評価、淹れ方まで5日間にわたりみっちりセミナーが行われた。

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。来年度も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し、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

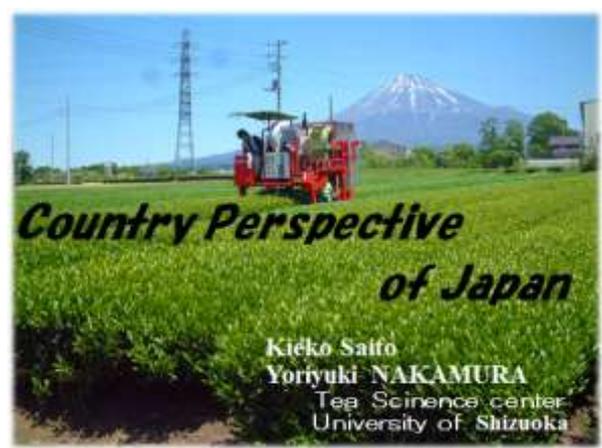
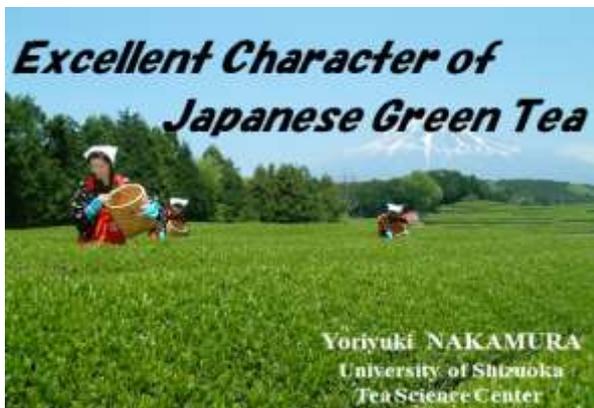
表1 セミナーの課題名と対象国

Glocal Challenge: Excellent Character of Japanese Green Tea (平 29.07)

Country Perspective of Japan (平 29.08)

Education and diffusion of tea for children in Japan (平 29.08)

Excellent Character of all about Japanese green tea (平 29.10)



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、本学においても「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) 茶学入門の本年度の受講生は247名であり、うち3名が社会人受講生である。
- 2) 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)。これは、入学時の新入生歓迎委員会の発行する冊子に「履修したほうが良いおすすめ的全学部共通科目」のトップに「茶学入門」が紹介されていることも要因の一つであろうかと思われる。
- 3) 全履修者のうち単位修得者は90%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。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) また、他県出身者に多くは静岡県立大で静岡の特産物である茶を学べたことの意義は大きく、今後も継続してほしいとの要望が多かった。

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 29 年度茶学入門 講義期日と科目名

回数	月日	担当者	科目名
1	10月5日	中村 順行	ガイダンス
2	10月12日	中村 羊一郎	茶の歴史
3	10月19日	中村 羊一郎	茶の文化
4	10月26日	齋藤 貴江子	茶を特徴づける成分
5	11月2日	岩崎 邦彦	茶のマーケティング
6	11月9日	中村 充 松島 章恵	茶の種類と美味しい淹れ方
7	11月16日	太田 菜月 中村 順行	茶の香り
8	12月7日	Oscar Brekell	世界に広まる日本茶の現状と課題
9	12月14日	伊勢村 護	茶の機能性、特に疫学的研究から
10	12月21日	海野 けい子	カテキン類の生理機能
11	1月11日	陽東 藍	カフェイン・テアニンの生理機能
12	1月18日	原 征彦	茶の機能性に特化した商品開発
13	1月25日	佐野 満昭	茶の幅広い魅力と機能
14	2月1日	望月 辰彦	「茶の都 しずおか」づくり
15	2月8日	中村 順行	次世代に展開する茶の魅力

	1年	2年	3年	4年	その他
薬学部	38				
食品栄養科学部	46				
国際関係学部	54	12	5	1	
経営情報	55	2	1	1	
看護学部	28		1		
社会人聴講生					3
合計	221	14	7	2	3
					247



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 小学生、高校生、県立大学以外の大学生などを対象としたお茶講座

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、県教員及び県内外の大学生を対象に述べ5回のセミナーを開催した。
- 2) 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名としたところ倍以上の応募があり、大好評であった。ただし、県立大学からの学生の応募が少ない理由は、「茶学入門」を受講者には、資格がないことが理由と考えられる。講義は、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。
- 3) 昨年度、12月に静岡県では静岡茶愛飲条例が可決され、本年度より小中学校に条例の施行がされている。静岡市清水区の小学校及び中学校からの依頼もあり、小学生向けと中学生向きに授業を行ったが、地域に密着した授業として子供たちの関心も非常に高く、以後うがいの励行や家族との会話の中にお茶の話題が増えるなど好評だった。
- 4) 県立大学内で実施されている理系女夏の体験や高大連携の一環として、茶を題材に講座も開催したが、いずれも大学で行う講義に関心も非常に高く、学生たちの熱意に今後も応えていくことの必要性を強く感じた。

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

小学生向けお茶講座	清水区(平 29. 05)
中学生向けお茶講座	清水区(平 29. 06)
理系女 夏の体験	県大(平 29. 08)
茶とカテキンの抗酸化作用	高校生(平 29. 08)
ふじのくに学(お茶)静岡茶の現状と世界に飛ばたく日本茶	県大(平 29. 12)



図1 小学生向け講義



図2 中学生向け講義



図3 授業風景

課題名：

(2) 茶学教育と人材育成

2) 人材の育成

③ 大学内におけるお茶カフェ (Free Tea Cafe) の開催

研究の目的：

茶学総合研究センターでは県立大学の学生にはせっかく静岡で学ぶかぎりは、お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、様々な茶に係る事業を行おうと考えている。

その一つとして、本年度より大学内においてお茶カフェを開催し、世界中のお茶を自由に楽しんでいただくこととした。

研究の手法：

月に1回。毎月22日ごろを目安に、その季節に合ったタイトルのもとに、食堂の一角で自由にお茶を愉しんでいただくこととする。第1回目は、最初のため、茶の分類も知っていただくため「世界の六大茶種」をテーマとし、第2回目はクリスマスシーズンでもあったため、見ても楽しい工芸茶(花茶)をテーマ、一月は正月気分も残っているため大服茶や香りのお茶をテーマとした。

主な研究成果：

- 1) これまで、三回のお茶カフェを開催したが、いずれも100名以上の来場者があった。
- 2) 来場者は、学生のみならず大学周辺の一般人の方や、お茶に興味を持つ職員など多彩である。
- 3) なお、大学の広報でも興味を持ち、毎回H.P.などで情報を公開している。
- 4) 学生のなかにも、積極的に協力をしてくれる人もいるが、このことは茶の都しずおかを考える上では非常に重要なことと考えている。
- 5) また、第2回目からは「茶学入門」を受講していた社会人聴講生の日本茶インストラクターの方々もお茶カフェに興味を持ち、以後本格的な日本茶の呈茶を同会場で行い、来場者からは日本茶の美味しさ、奥深さなどを知ったなどのコメントがあり、大好評である。
- 6) 世界の六大茶種をテーマとした折に、来場者は茶の種類の高さもさることながら、香味の多様さに驚いているようだった。黒茶(プーアル茶)については、渋味がなく芳醇な香りが、これまでに飲んだことがない香味として美味しいとの評価が多かった。
- 7) 第2回目の工芸茶については、花の開く様子に驚きの声が多かった。
- 8) 第3回目の香りのお茶については、イチゴ味のような強すぎる香りよりも、これまでに経験のあるベルガモットの香りのアールグレイなどに興味があるようだった

今後の展望：

今後、月1回の開催をめざし継続していきたいと考えている。

(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：

第1回 Tea Café

世界の六大茶種を愉しむ

場所：学生ホール（上食堂）特別席
 日時：11月22日（水）11:00～14:00

皆様には茶の魅力を広め、世界のお茶に親しんでいただくため、月1回「Tea Café」を開催します。
どなたでも、ご自由にお楽しみいただけます。

世界の六大茶種の中から、緑茶、紅茶、ウーロン茶、白茶、黒茶（プアル茶）をご用意しました。
 お昼のひとときを、お茶でおくつろぎください。

問合せ先：茶学総合研究センター
 TEL: 054-264-5922

無料です！
 第2回 Tea Café

工芸茶とお茶の旨味を愉しもう！

場所：学生ホール（上食堂）特別席
 日時：12月22日（金）11:00～14:00

第2回目の12月は、クリスマスにぴったりの華やかな花の工芸茶とお茶の実をずる香りを味わうことができます。
 お昼のひとときを、お茶でリラックスしてお楽しみ下さい。

問い合わせ先
 茶学総合研究センター
 TEL: 054-264-5922

どなたでも飲道！無料です。
 第3回 Tea Café

年初めには香り豊かなお茶を愉しもう!!

日時：1月22日（月）11:00～13:30
 場所：上食特別室

第3回目は豊かな香りのお茶や本格的な日本茶を味わうことができます！
 お昼の時間に豊かなお茶の香りですっきりしませんか？

【提供予定茶】

- ジャスミン茶
- アールグレイ
- 玄米茶
- ミカン茶
- 本山煎茶
- 香粧
- 釜ほうじ etc...

問い合わせ先
 茶学総合研究センター
 TEL: 054-264-5922



写真1 六大茶種の浸出液



写真2 工芸茶



写真3 FREE TEA CAFÉの様子

課題名：

(3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明

1) カフェインレス茶の海外における需要予測

研究の目的：

現在、カフェインレス茶の育成を行っているが、海外における需要は明らかでなく、販売戦略を構築する上でもターゲットが絞れないため、ここでは Web によるカフェインレス茶に関するアンケート調査から需要を把握することを目的とする。

研究の手法：

カフェインレス茶の海外におけるニーズを把握するため、日本茶の約半分が輸出される消費国であるアメリカと茶の生産も行っているが日本茶に関心の高い台湾を対象に、それぞれ 500 名づつを性別、年代別に割り振り、世帯内容、年収、茶の飲用頻度、飲料選択時の重視点、緑茶の購入場所、飲用場所、緑茶への期待点、カフェインに対する知識、カフェイン含有飲料の特性、カフェイン含有飲料の選択基準、カフェインレス茶の飲用経験、カフェインレス茶の飲用場所、時間帯、カフェインレス茶の需要予測、購入希望価格、期待点などをアンケート調査した。

主な研究成果：

- 1) 消費国であるアメリカと茶の生産国の台湾を対象に、それぞれ 500 名づつを性別、年代別に割り振り緑茶への飲用状況やカフェインレス茶についてのアンケート調査を行った(表 B-1-(5)-8)。
- 2) カフェインに対する知識は、アメリカでは 90%弱がやや詳しくしているが、台湾では 50%程度であり(図 B-1-(5)-8)、カフェイン飲料選択時にはアメリカでは 50%程度が良い効果があると評価していた(図 B-1-(5)-10)。
- 3) カフェインレス飲料については 70%内外が飲用経験があり、80%程度が化学処理に対してできる限りしていない商品を望んでいた(図 B-1-(5)-9, 11)。
- 4) カフェインレス飲料に対する需要は半数以上が高まると評価し、半数以上が一般のものに対するよりも高価格でも購入希望があった(図 B-1-(5)-12, 13)。
- 5) カフェインレス茶には覚醒作用の低下や良質な睡眠への期待が大きい(図 B-1-(5)-14)。

今後の展望：

今後、日本産抹茶と外国産抹茶の違いを明確化する。

(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：

表1 アンケートの質問概要

<ul style="list-style-type: none"> ・性別(男性549名、女性559名) ・年齢層(~20、21~39、40~49、50~)各280名程度 ・地域 ・世帯内容 ・年収 ・お茶の飲用頻度 ・茶種ごとの飲用頻度 ・飲料選択時の重視点 ・緑茶の購入場所 ・緑茶の飲用場所 ・緑茶への期待点 	<ul style="list-style-type: none"> ・カフェインに対する知識 ・カフェイン含有飲料の選択基準 ・カフェインレス茶の飲用体験 ・カフェインレス茶の飲用時間帯 ・カフェインレス茶の飲用場所 ・カフェインレス製造特性と購入期待度 ・カフェインレス緑茶の需要予測 ・カフェインレス緑茶の購入希望価格 ・カフェインレス緑茶への期待点
---	---

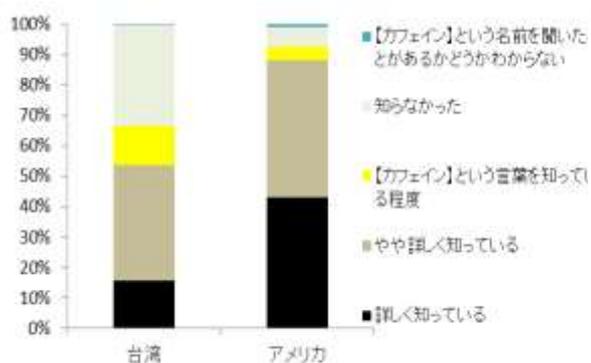


図1 カフェインについての知識度

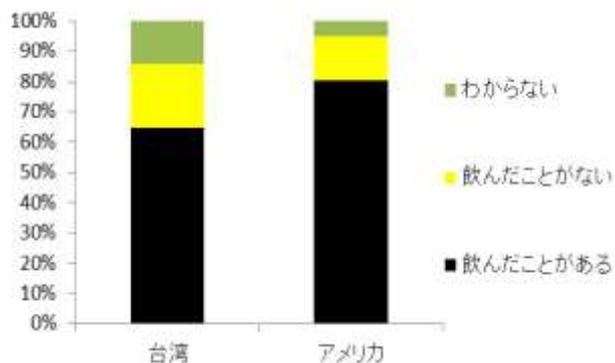


図2 カフェインレス飲料の飲用経験

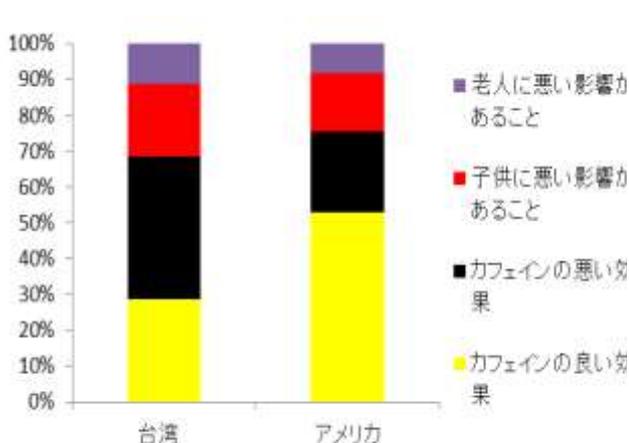


図3 カフェイン飲料選択時に気にする点

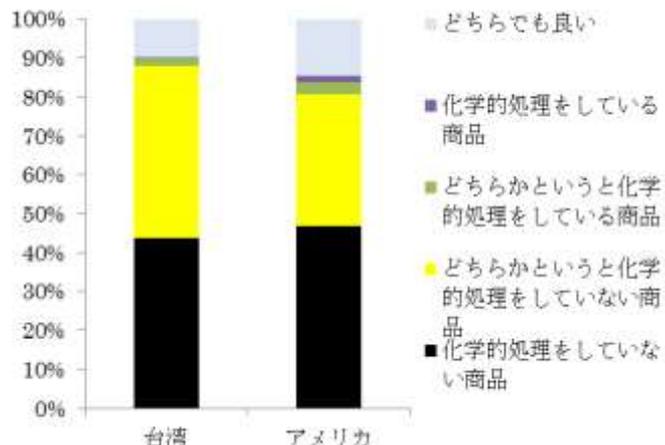


図4 ナチュラルカフェインレス飲料の選択志向

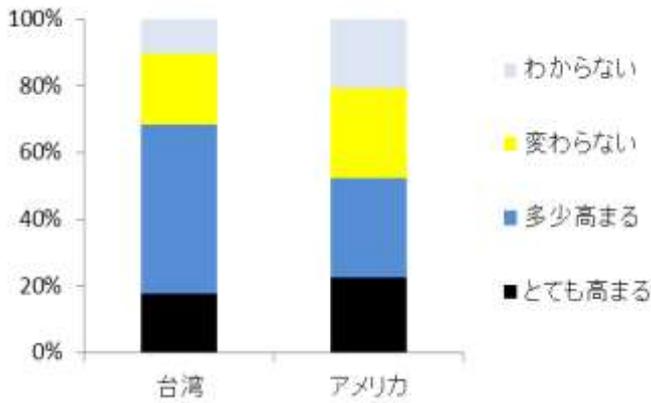


図 5 カフェインレス飲料の需要予測

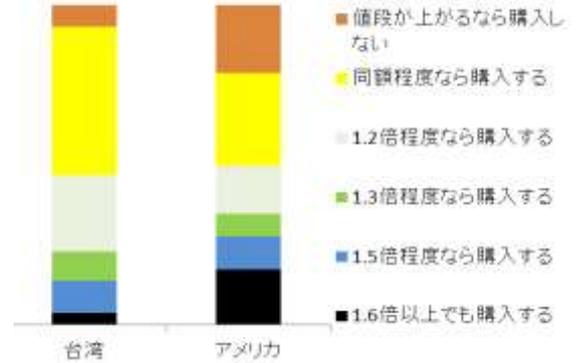


図 6 新カフェインレス緑茶の購入希望値

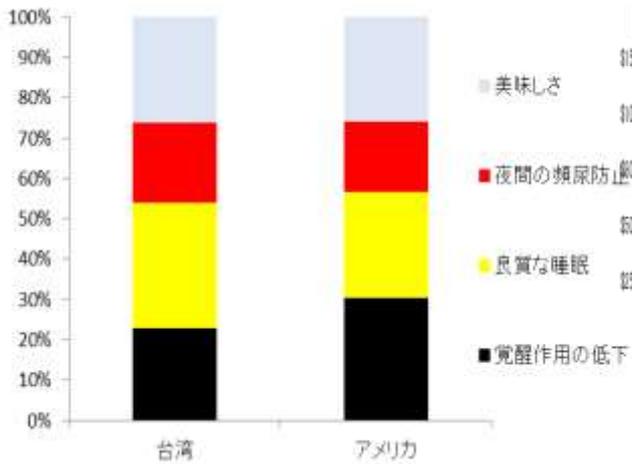


図 7 新カフェインレス緑茶への期待点

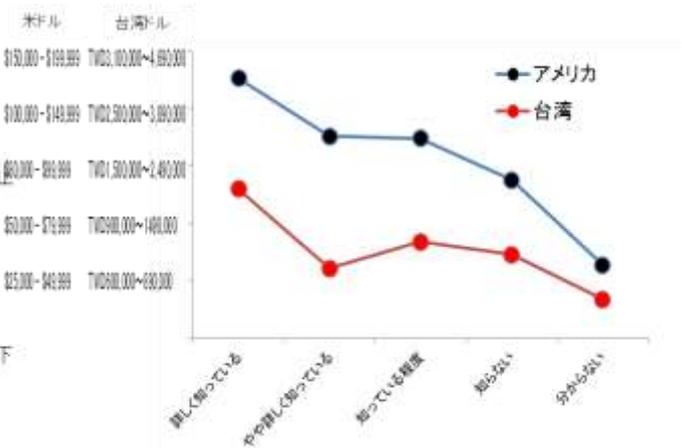


図 8 カフェインの知識と収益との関係

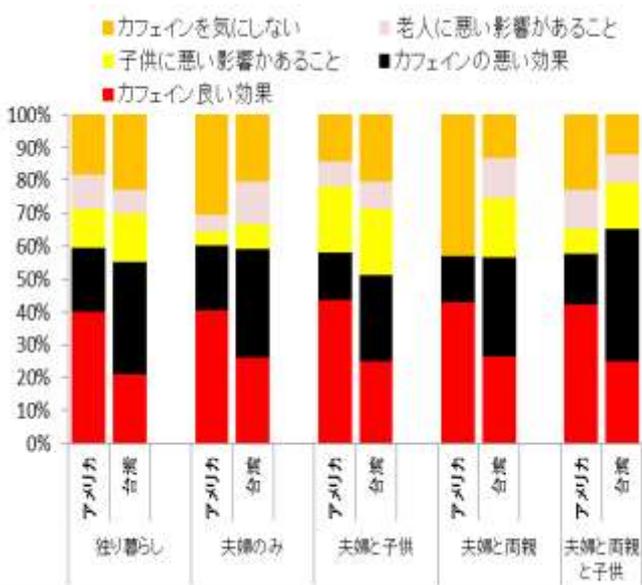


図 9 カフェインの効果と世帯との関係

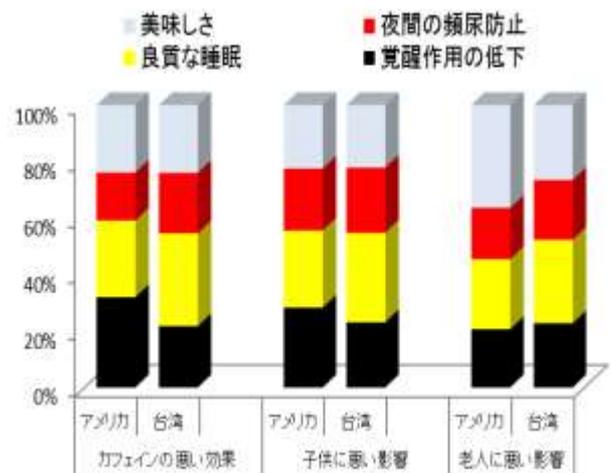


図 10 カフェインの悪影響とカフェインレス茶に対する期待との関係

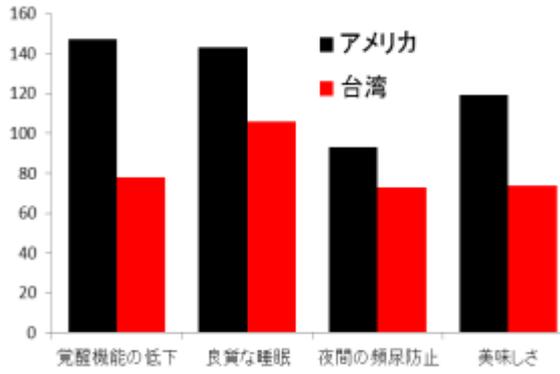


図 11 機能性着目者のカフェインレス茶に対する期待

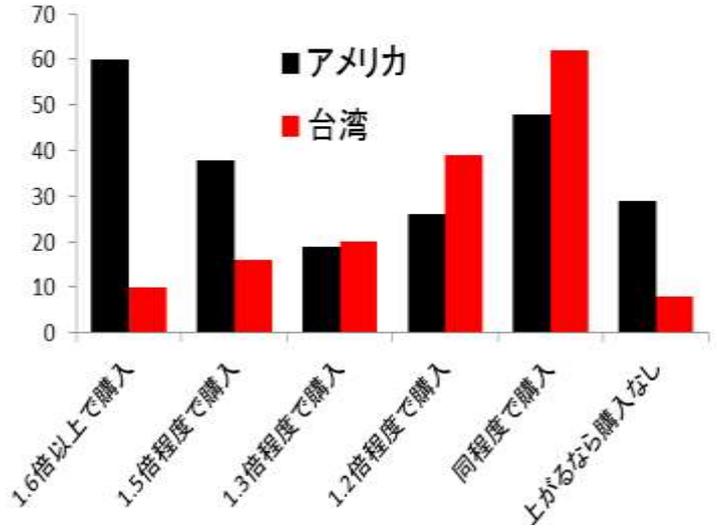


図 12 機能性着目者のカフェインレス緑茶の購入希望金額

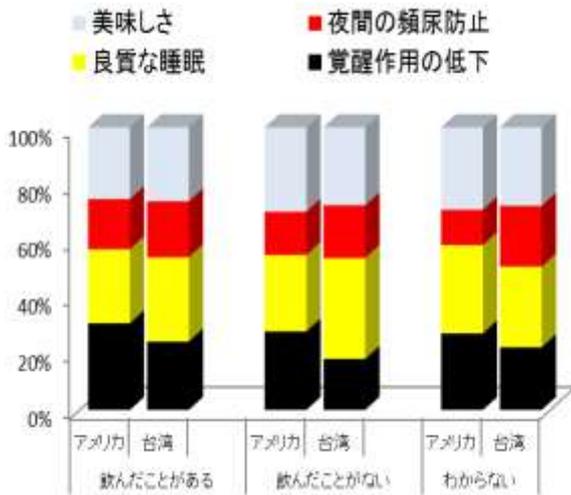


図 13 カフェインレス茶の飲用と期待効果

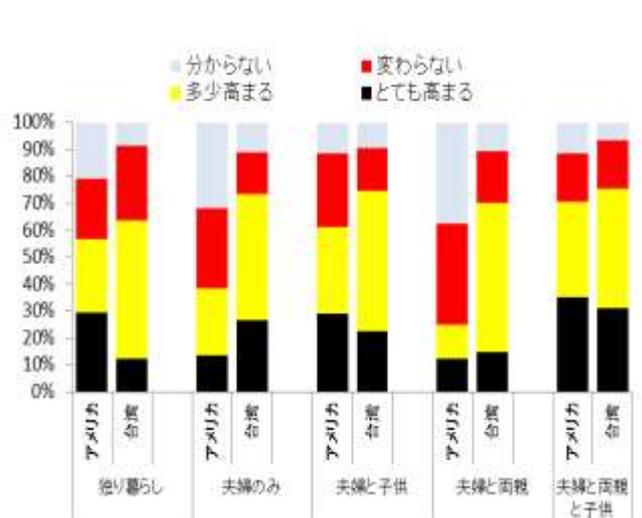


図 14 カフェイン緑茶の需要予測と世帯との関係

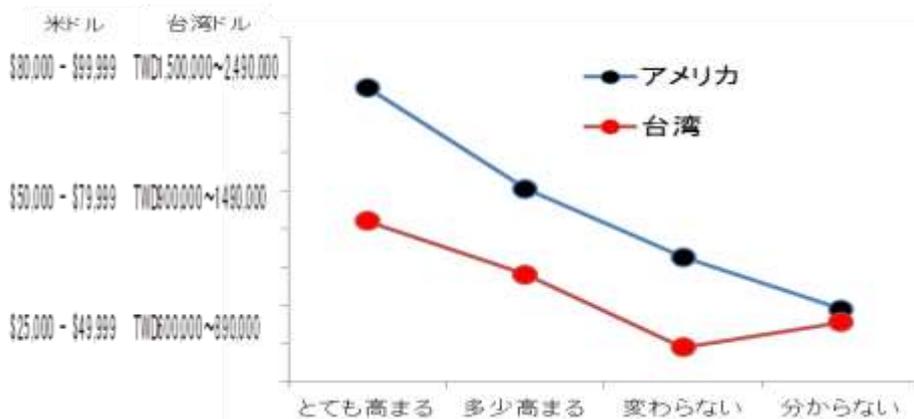


図 15 カフェインレス茶の需要予測と収益との関係

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

1) 高級抹茶の特性を活かした輸出戦略の構築

① 海外で市販される抹茶と輸出業者の現状

研究の目的：

現在、茶の海外輸出は非常に堅調に増加し、抹茶はその牽引役ともなっている。しかしながら、海外で市販されている抹茶には低品質のものや外国産のものも市販されているが、その実態は明らかでない。そこで、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。また、インバウンドや海外市場における高級抹茶の嗜好、消費、購買特性を明らかにし、対象国別に海外輸出戦略を構築し、得られた結果を取りまとめてマニュアルを作成する。

ここでは、海外で市販される抹茶と国内の抹茶輸出業者の現状について明らかにする。

研究の手法：

昨年度は国内で市販されている抹茶の価格や特性を調査したが、本年度は海外で市販される抹茶に焦点を絞り同様の調査を行った。購入に先立ち、各々の国のアマゾンでネット販売されている状況を調査し、その後アメリカ、EU、台湾、韓国など10カ国から購入した。

また、国内の抹茶販売業者に対してアンケートにより抹茶の海外輸出の現状や今後の輸出意向、輸出に対する課題点やその解決法などについて調査した。

主な研究成果：

- 1) 海外で販売されている「Matcha」を調査した結果、アメリカやEU諸国では抹茶のみの販売も多く、上位10点の100g当たりの平均価格も10,000円前後と非常に高価格であり、下位10点も1,000円前後であった。一方、台湾では抹茶に砂糖などの混合された抹茶も73%と多く、市販価格も上位10点でさえ1,445円、下位では295円と低かった(表1)。
- 2) 14カ国から55点の抹茶(混合茶を除外)を購入した。内容量は15g～500gと大きな開きが認められたが、概して高価格のものは30g～40gのものが多かった。また、価格的には261円～14,222円であったが、アメリカでは4,143円、台湾では2,151円と国による違いも見られるが、大部分は5,000円以下のものであった(表B-1-(5)-2、図B-1-(5)-1)。
- 3) 国内の抹茶販売業者の海外輸出意向として、全体の83%が今後輸出意向があり、全員が海外での抹茶需要は増加すると回答した。ちなみに、抹茶需要が減少すると回答した業者は皆無であった(表B-1-(5)-6、図B-1-(5)-7)。
- 4) 現在、抹茶を輸出している業者、していない業者とも、海外における抹茶の飲用法や使用法については本来の茶の湯はもとよりラテ、スムージーや菓子加工用原料などに使用してほしいと回答した。海外産に対する日本産の優位点についても、香味等の品質、安全性、歴史文化性、加工特性などが上げられた。

今後の展望：

今後、日本産抹茶と外国産抹茶の違いを明確化する。

(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：

表 1 海外で市販される「抹茶」の概要

国名	抹茶のみ		混合抹茶		平均価格(円)	
	点数	比率(%)	点数	比率(%)	下位10点	上位10点
イギリス	44	88.0	6	12.0	9,812	1,185
アメリカ	44	88.0	6	12.0	9,586	609
フランス	41	82.0	9	18.0	11,412	1,346
ドイツ	45	90.0	5	10.0	10,808	1,050
台湾	8	26.7	22	73.3	1,445	295
シンガポール	32	84.2	6	15.8	6,850	362

※各々の国のアマゾンでネット販売される Matcha あるいは抹茶 50

表 2 海外で市販される抹茶の国別価格帯

国名	購入数	内容量(g)			100g当たり価格(円)		
		平均	最小	最大	平均	最小	最大
アメリカ	23	72.3	15 ~	284	4,143	463 ~	10,550
カナダ	1	40.0	40 ~	40	1,409	1,408 ~	1,408
オランダ	7	51.5	30 ~	100	5,274	450 ~	14,222
フランス	5	166.0	40 ~	500	1,682	834 ~	2,361
イギリス	2	45.0	40 ~	50	3,670	3,528 ~	3,813
ドイツ	2	30.0	30 ~	30	3,752	3,455 ~	4,049
台湾	13	108.5	30 ~	250	2,151	261 ~	4,882
韓国	3	47.0	40 ~	50	1,907	1,204 ~	2,509
シンガポ-	1	50.0	50 ~	50	718	1,907 ~	1,907
レーシア	1	50.0	50 ~	50	1,427	1,427 ~	1,427

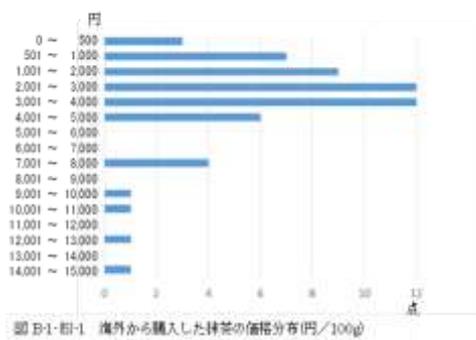


図 B1-1-1 海外から購入した抹茶の価格分布(円/100g)

表 3 抹茶販売者の海外輸出の実態と意向

	現在、抹茶を海外に輸出していますか？		今後輸出の意向は？		需要は増加すると思いますか？	
	件数	比率(%)	件数	比率(%)	件数	比率(%)
はい	22	61	30	83	30	83
いいえ	14	39	6	17	0	0
現状維持					4	11
わからない					2	6

表 4 抹茶販売者の海外輸出に対する考え

抹茶を輸出後の輸出意向は？	海外での抹茶の需要予測は	茶輸出に対する茶商の関心		4. 海外において、抹茶はどのような使われ方をするとお考えですか？ または、どのように使われてほしいとお考えですか？	5. 外国産の「抹茶」あるいは「Matcha」が販売されていますが、日本産抹茶はどのような点が強みがあるとお考えですか？	6. 抹茶を海外へ輸出する際に、どのような点が問題になるとお考えですか？	7. 抹茶を海外に輸出する際、どのような国、地域、消費層が対象となるとお考えですか？	8. 日本産抹茶の輸出をさらに増大させるために、どのようなことが必要だとお考えですか？	
		件数	比率(%)						輸出対象の国・地域
はい	はい	増加		菓子、抹茶、茶の湯、ラテ、スムージー、アイスクリーム、ケーキ、飲料加工用原料、スイーツ、愛好家向け、一般、高級、中グレード	安全性、色、香り、水色、日本の歴史・文化、差別性、ブランド、風味、キメ細やかさ、加工用、高品質、栽培法・製法	価格、残留農薬、有機、ロット、輸出用検査及び賞用、ブランド、個別規制、品質、産地、生産、国際基準、住み分け、指導	全世界、ヨーロッパ、アメリカ、東南アジア、トルコ、北米欧州、EPA加入、アジア全域、香港、中国	富裕層、若者、全体、ムスリム向け、健康、年配	生産量の増加、有機、高品質・安全性(放射能・雑菌)、製造コスト、二種化(加工用・高級)、残留農薬、茶畑ツリーズム、ブランド化、販売業者のモラル、検査費用の補助、官民一体、長寿、マーケティング、PR、定義
はい	はい	現状程度		アイスクリーム、菓子用原料、クッキー、スムージー、健康食品、食品添加物、ラテ	うま味、衛生、製造管理、甘味、色、ネームバリュー、文化、職人、追求、品質	保存方法、価格、定義、残留農薬、中国	ヨーロッパ、アジア、アメリカ	富裕層、若者、中間所得	抹茶の規定、農薬基準、国産、日本産の保護保証制度、高価格から低価格への移行、農園の有機化、茶の湯用から加工用原料供給の増大
いいえ	はい	増加		菓子、食品加工用、原料、ラテ、茶の湯、抹茶乳製品	色、風味、安全性、旨味、渋味、粒度、品質、油味、水色、文化、濃い、味、外国産を知らない	残留農薬、価格、ブランド、賞味期限、手続きの簡素化	中国、ヨーロッパ、アメリカ、オーストラリア、ドバイ、中東、東アジア、東南アジア地域、アジア、東通と、先進国	富裕層、年配、全般、若者	ブランド化、和食の浸透、差別化、賞味期限、定義、加工法の改善、加工用原料、熱処理による色落ち・香りの喪失防止、基準の緩和、残留農薬対策、生産量の増加、非関税障壁、有機栽培抹茶の品質、マーケ
いいえ	いいえ	増加		茶の湯、食品加工用原料、菓子用原料、スムージー、ラテ、抹茶系飲料	品質、香味、栽培法の違い、安全、加工工程、農薬、安心、衛生、旨味、丁寧な生産管理	残留農薬、価格、基準が厳しい	ヨーロッパ、アメリカ、中国、ある程度の生活水準を満たした国	富裕層、高齢者、若者、お茶、関心、健康	安全性、外国産との差別化、PR、高級抹茶、現地での情報収集、価格、品質、経営、生産農家の安定化

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

1) 高級抹茶の特性を活かした輸出戦略の構築

② 海外市販抹茶の粒度特性と測色値

研究の目的：

現在、茶の海外輸出は非常に堅調に増加し、抹茶はその牽引役ともなっている。しかしながら、海外で市販されている抹茶には低品質のものや外国産のものも市販されているが、その実態は明らかでない。そこで、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。また、インバウンドや海外市場における高級抹茶の嗜好、消費、購買特性を明らかにし、対象国別に海外輸出戦略を構築し、得られた結果を取りまとめてマニュアルを作成する。

ここでは、海外で市販される抹茶の粒度特性と測色値について明らかにする。

研究の手法：

海外で市販されている抹茶の粒度分布は、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) 海外で市販される抹茶には、日本産のものと海外産のものが見られる。その違いは粒度分布特性にも見られ、タイプA、B、Cには海外産のものが少なく、日本産のものが多いが、タイプDは海外産のもの比率が高かった。
- 2) 粒度の平均径は、タイプA、Bは 20 μm 程度であるが、タイプCは 30 μm 、二山型のタイプDは 44.5 μm であり、モード径、メジアン径も同様に大きかった(表 1)。
- 3) 抹茶の市販価格と粒度との関係を見ても、日本産の抹茶は海外産に比較して高い傾向にあるが、特にタイプAの日本産は 5,801 円と高く、タイプDでも海外産の 1,599 円に対して日本産は 3,461 円であった(表 2)。
- 4) 海外で購入した抹茶のなかで海外産のものには 5,000 円以上の高価格帯のものはみられないが、5,000 円以下では日本産、海外産とも平均粒度の大きなものから小さなものまで混在していた。一方、5,000 円以上の高価格帯のもの平均粒度は小さいものが多かった(図 1)。
- 5) また、価格が高くなるほど測色値の a* 値(数値が小さいほど緑色、高いほど赤色)は小さく、h 値(色相)は大きくなる傾向が見られるが、5,000 円程度以上では大きな違いがなかった。日本産に比較して海外産のものでは a* 値は大きく、h 値は小さかった(表 B-1-(5)-5、図 B-1-(5)-4, 5)。
- 6) また、h 値が高いほど平均粒度は小さく、低いほど高い傾向が見られた(図 B-1-(5)-6)。

今後の展望：

今後、日本産抹茶と外国産抹茶の違いを明確化する。

(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：

表 1 海外で購入した抹茶の価格と粒度分布の関係

タイプ	日本産		海外産	
	100g当たり 価格(円)	平均径 (μ m)	100g当たり 価格(円)	平均径 (μ m)
A	5,801	16.5	1,569	16.7
B	2,515	23.7	3,780	19.2
C	4,178	30.1	1,241	30.8
D	3,461	47.9	1,599	38.8

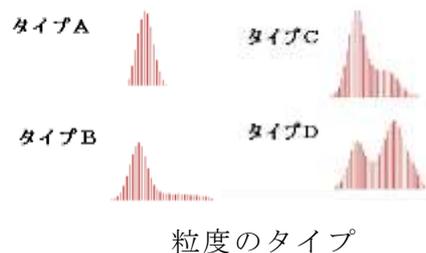


表 2 海外で購入した抹茶の価格帯別と平均粒度径と測色値の関係

100g当たり単価(円) 価格帯	平均 単価	平均 粒度径	測色値				
			L*	a*	b*	C*	h
~1,000	654	31.32	60.31	-3.63	34.08	34.30	96.03
1,001~ 2,000	1,575	39.76	56.25	-3.89	34.75	35.02	96.28
2,001~ 3,000	2,247	34.61	57.94	-5.73	35.88	36.39	99.00
3,001~ 4,000	3,492	24.40	59.13	-6.87	34.64	35.38	101.09
4,001~ 5,000	4,404	45.27	57.24	-6.35	34.11	34.78	100.65
5,001~10,000	7,582	32.77	55.16	-9.13	35.01	36.21	104.61
10,001~	12,225	27.98	57.64	-7.95	34.64	35.60	102.83

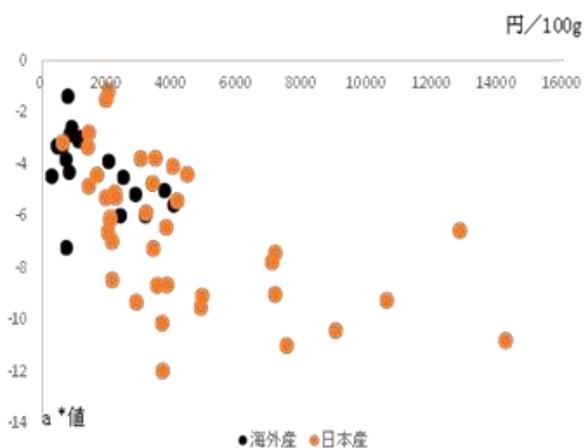


図 B-1-(5)-4 海外購入抹茶の価格と a*値(赤=緑)との関係

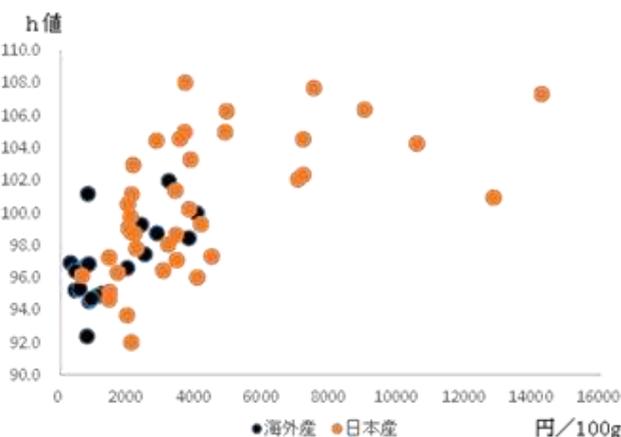


図 B-1-(5)-5 海外購入抹茶の価格と h(色相)値との関係

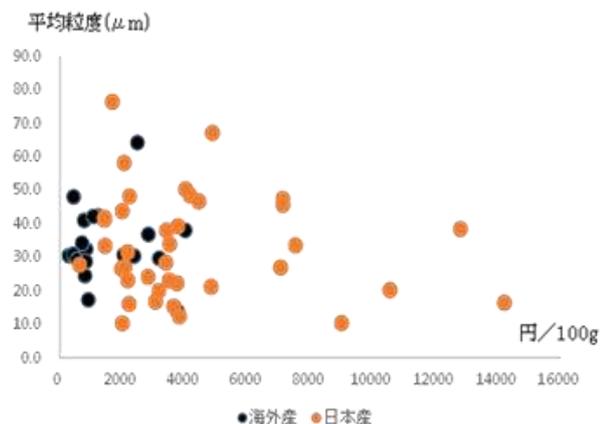


図 B-1-(5)-3 海外購入抹茶の価格と粒度との関係

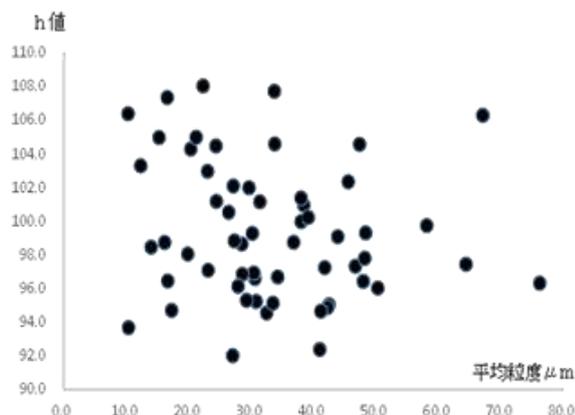


図 B-1-(5)-6 海外で市販される抹茶の h値と平均粒度との関係

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 茶の花のハチミツに関する研究 ～県大みつばち研究会～

社会貢献活動の目的：

茶学総合研究センターでは、茶の多用途利用を図るため茶花からハチミツを採り、その利活用方法を研究している。茶の花のハチミツは他の植物の花には見られないリラックス成分であるテアニンを含み、非常に貴重なものである。また、ミツバチは自然環境保護のシンボルとしても貴重な昆虫であり、茶園での研究に使用しない春～夏には本学薬草園の自然豊かな環境の中で、養蜂している。そこで、春から夏の期間を利用して、本学の緑豊かな環境とみつばちの生態を勉強し、自然環境について改めて考えるために「県大みつばち研究会」を開催した。

主な成果

①第1回ミツバチ研究会

題目：～ミツバチに関する基礎知識を学ぼう～

日時：平成29年7月26,27日9時～12時

会場：食品栄養科学部棟2階、5216講義室

内容：・ミツバチの生態、ハチミツ、蜜源植物などに関する基礎知識
・ハチミツの利活用法

②第2回県大みつばち研究会

題目：～夏休みミツバチ観察教室 for キッズ～

日時：平成29年7月26日(水)、27日(木)9時～12時

※ この時間帯のうちの30分程度です。

人数調整のため時間はこちらで決めさせていただきます。

場所：静岡県立大学薬草園温室棟

内容：ミツバチと巣箱の様子を観察する

③第3回県大みつばち研究会

題目：～薬草園で採れたハチミツでクリームを作ろう～

日時：平成30年3月3日(土曜日)9時～14時30分

会場：食品栄養科学部棟2階、5211講義室

内容：ミツバチとハチミツについての話を聞きながら、楽しくクリームを作る。

本年度は3回の研究会を開催したところ、いずれも非常に好評であった。

参加者は、主に静岡市周辺のJA関係者、農家、ミツバチに興味を持っている方、小中学生児童の親子などであり、幅広い層が受講する。

そのため、内容も児童でもわかりやすくしたり、自然に触れ合う機会、自然環境の大切さを学んでいただくことなども主眼に置きながら研究会を進めている。

今後の展望

本年度も社会貢献の一環として、茶とミツバチ、ひいては自然環境教育の一環として継続していく予定である。

(担当：食品栄養学部 助教 齋藤貴江子)

主要な成果

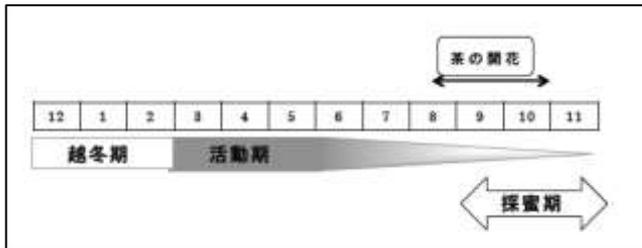


図1 ミツバチの活動と茶の開花



図3 ミツバチの訪花状況



図2 ミツバチ巣箱の設置状況



第2回目の研究会では、児童が夏休みであったため、ミツバチの観察会を行った。



課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング 3) 乳酸発酵粉末緑茶の開発とその成分特性

研究の目的：

若年層や若い女性世代の好む香味に着目し、乳酸発酵による爽やかな香味を持ち、飲用茶とは異なる摂取方法である食べるお茶（乳酸発酵粉末緑茶）を開発し、需要の拡大を図るため、ここでは、基本的な化学成分や香味などに係る特性を幅広く評価する。

研究の手法：

乳酸発酵前のお茶と乳酸発酵後の粉末緑茶を用いて、化学成分はHPLCで、味覚評価は味覚センサーを用いて評価した。

主な研究成果：

- 1) 乳酸発酵茶の化学成分含有量は、図 2-1~3 に示すとおりである。アミノ酸含有量は、発酵の前後で僅かに異なり、発酵することによりテアニンやグルタミン量は大きな変化がないが、GABA やアラニンが増加し、セリンやアスパラギンは減少した。そのため、全体的にも僅かに減少化した。
- 2) カテキン類については、発酵の前後で全体量に違いがないが、発酵に伴い EGCG はやや減少し、EGC はやや増加する傾向が、見られた。
- 3) カフェインについては、発酵の前後で全く違いが見られなかった。
- 4) 味覚センサーを用いて、水出しにした場合とお湯で淹れた場合の、原料茶と乳酸発酵茶を評価した。その結果、お湯で淹れた場合には原料茶と乳酸発酵茶の違いはほとんどなく、乳酸発酵茶で苦味がやや強く、旨味、苦味雑味が弱い程度であった。
- 5) しかしながら、水出しにした場合には原料茶に比較して全体的に味が強くなった。特に、旨味コクでは 2 倍程度になり、渋味、苦味なども強くなった。
- 6) 乳酸発酵茶の色、香り、味についてのアンケートを行うとともに、どのような食品への利用が可能化、あるいは改良点などについて聞き取り調査を行った。
- 7) 乳酸発酵茶の色については、やや悪い、悪いと回答した人が約半数いた。香りについては、やや良い、良いと答えた方が約半数と、乳酸発酵茶特有の香りが高く評価されていた。また、味についても香りと同様に評価が高く、特に良いと回答した人の比率が 21.8% と高かった。
- 8) 乳酸発酵粉末茶がどのような食品に利用できそうかとの質問には、クッキー、ケーキ、パンなどが圧倒的に多かった。また、麺類への利用も多かった。さらに、改良点などについては、溶けやすくすること、色の改良、味の改良などが提案されていた。

今後の展望：

今後、乳酸発酵粉末緑茶を使用しての商品開発を行う予定である。

主要な成果：

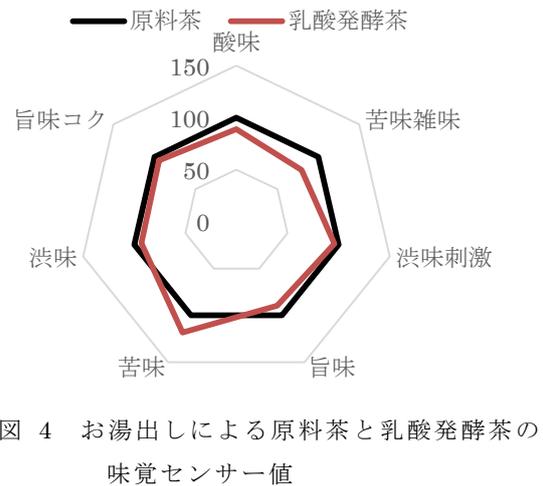
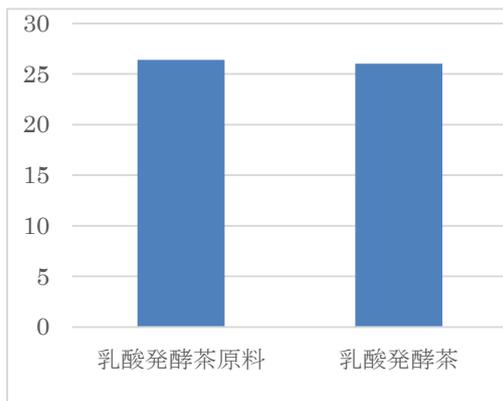
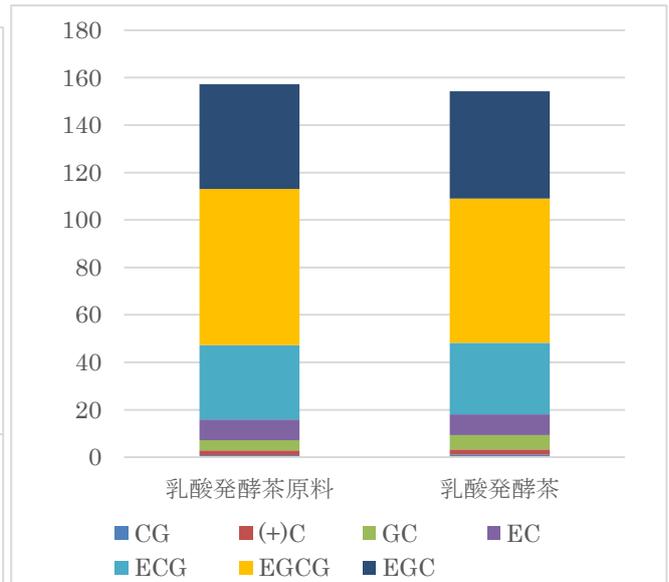
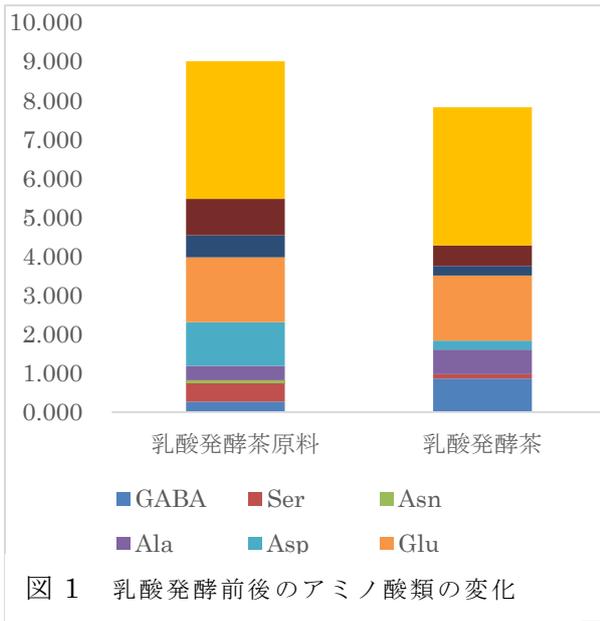


図3 乳酸発酵前後のカフェインの変化

図4 お湯出しによる原料茶と乳酸発酵茶の味覚センサー値

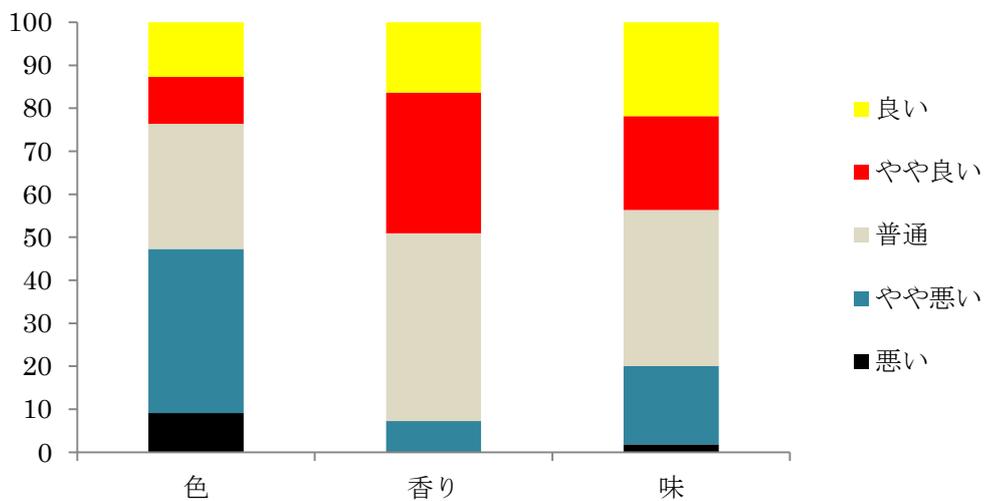


図5 乳酸発酵の色、味、香りについてのアンケート調査結果