

平成 27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) 緑茶の抗ストレス作用などの解明

① 低カフェイン緑茶のマウスによる抗ストレス作用に関する検討

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の負荷は様々な疾病の発症に関与していると考えられ、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。

我々はこれまでに、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とともに、ストレスに起因した老化の促進をテアニンが抑制できることを、マウスを用いて明らかにしてきた。またテアニンの抗ストレス作用は、緑茶の主要な成分であるカフェインやカテキンの共存によって影響されることも明らかにしてきた。

そこで本研究では、マウスを用いて、煎茶中のテアニンやカテキン量を変えずに、カフェイン量のみを低下させた「低カフェイン緑茶」を作成し、その抗ストレス作用を検討した。

研究の手法：

- 1) 2匹のマウスを、仕切り板を入れたケージ内で1週間単独飼育を行い、マウスの縄張り意識を確立させた。その後仕切り板を除き、2匹のマウスを対面飼育条件下で飼育した。一旦縄張り意識が確立したマウスは、互いの存在がストレスとなることから、社会心理的ストレスが負荷された状態となり、24時間後には、代表的なストレス応答器官である副腎が有意に肥大する(図1)。
- 2) 低カフェイン緑茶は、収穫後の生葉に95℃の熱水を180または280秒噴霧してカフェインを溶出させた後、通常の方法で製茶処理を行い作成した(図2)。
- 3) 低カフェイン緑茶3gに水1Lを加え室温で6分間攪拌し、速やかにろ過した。得られた低カフェイン緑茶浸出液を、単独飼育および対面飼育条件下のマウスに自由摂取させ、副腎の肥大抑制の程度から、抗ストレス作用を判定した。

主な研究成果：

- 1) 熱水処理を行った茶葉ではカフェイン量が1/4程度に減少していたが、カテキンおよびアミノ酸量は有意に変化しなかった(図3)。
- 2) テアニンのストレス抑制作用に対して、カテキン類やカフェイン量の程度にもよる拮抗作用を示した(図4)。
- 3) 低カフェイン緑茶浸出液をマウスに摂取させた場合、ストレスによる副腎肥大は有意に抑制され、ストレスが軽減されていることが示された(図5)。
- 4) 低カフェイン緑茶を水で浸出した場合のカテキンの組成を調べた結果、主要なカテキンはEGCであり、EGCGは僅かであった。
- 5) テアニンとカテキンの相互作用を詳細に検討した結果、EGCはテアニンの作用にほとんど影響を及ぼさないことが見いだされた。一方EGCGは、テアニンの作用を強く抑制した(図6)。これらのことから、低カフェイン緑茶を水で浸出することにより、低カフェイン緑茶の抗ストレス作用が高まることが明らかとなった。

今後の展望：

「水で浸出した低カフェイン緑茶」を摂取することにより、日常生活においてストレス軽減作用が十分期待できると考えられることから、ヒトによる低カフェイン緑茶によるストレス軽減効果を明らかにしていきたい。

(担当：薬学部 准教授 海野けい子)

主要な成果：

対面飼育による社会的心理的ストレス負荷試験

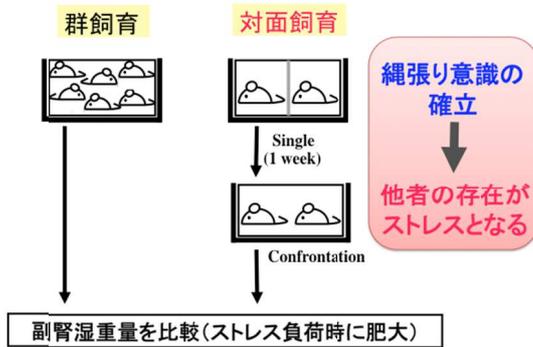


図 1 マウスを用いた社会心理的ストレスの把握法

低カフェイン緑茶の製法

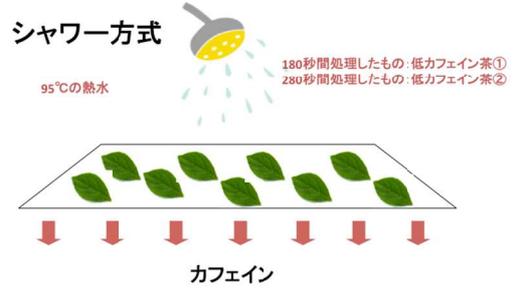


図 2 低カフェイン緑茶の製造法

低カフェイン茶の成分組成

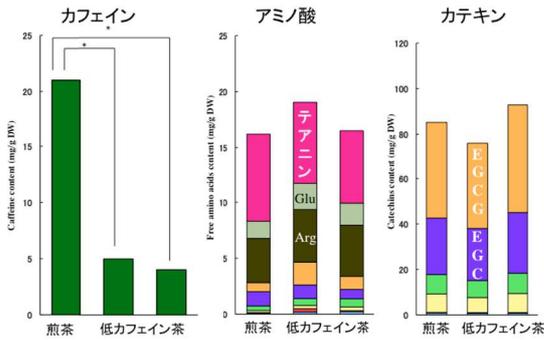


図 3 低カフェイン緑茶の成分組成

緑茶成分によるストレス抑制作用

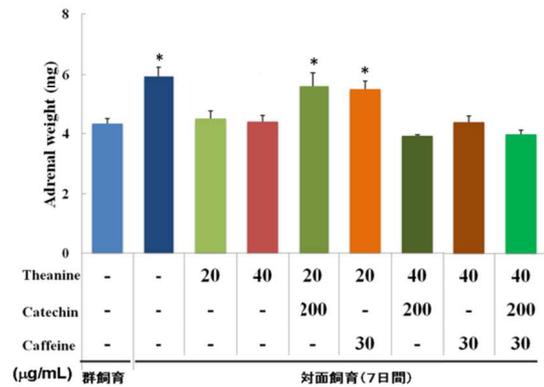


図 4 緑茶成分によるストレス抑制作用

低カフェイン茶によるストレス抑制

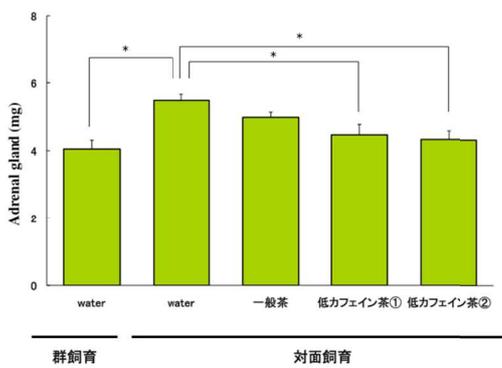


図 5 低カフェイン茶によるマウスのストレス抑制効果

テアニンの抗ストレス作用に対するカテキンの作用の違い

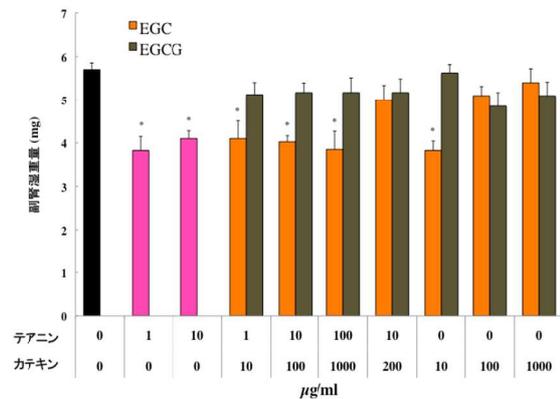


図 6 テアニンの抗ストレス作用に対するカテキンの作用の違い

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

1) 緑茶の抗ストレス作用などの解明

② 低カフェイン緑茶のヒト試験による抗ストレス作用に関する検討

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の負荷は様々な疾病の発症に関与していると考えられ、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。

我々はこれまでに、マウスを用いて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とともに、ストレスに起因した老化の促進をテアニンが抑制できることを明らかにしてきた。また、テアニンの抗ストレス作用は、緑茶の主要な成分であるカフェインやカテキンの共存によって影響されることも明らかにしてきた。

そこで本研究では、マウスを用いた成果がヒト試験においても、抗ストレス作用を示すかどうかを検討した。

研究の手法：

前項と同様に作成した低カフェイン緑茶を用いて、病院あるいは薬局実習を行う学生 20 名に協力してもらい、「低カフェイン緑茶」摂取によりストレスを軽減できるか否か検討した。

学生は、低カフェイン緑茶群あるいはプラセボ群にランダムに割付した。プラセボには麦茶を使用した。学生に対し、毎日約 500ml の低カフェイン緑茶あるいは麦茶を摂取してもらい、唾液アミラーゼの測定と主観的なストレスの程度を指標に、抗ストレス作用を評価した。低カフェイン緑茶あるいは麦茶は、3g のティーパック一包に水 500ml を加えたものを水筒として携帯し、自由に摂取してもらった(図 1)。

主な研究成果：

- 1) まず、被験者の状態不安などについてアンケート形式により調査した結果、試験前状態はプラセボ群と低カフェイン緑茶群のいずれも状態不安評価段階規準は 41.6 と 42.0 であり、同程度だった(図 2)。
- 2) 学外での実習で緊張状態にある学生に対し、「水で浸出した低カフェイン緑茶」の抗ストレス作用を評価した結果、プラセボ群に比べ低カフェイン緑茶を飲んでいた学生ではストレスが有意に軽減していた(図 4)。

今後の展望：

ヒト試験においても「水で浸出した低カフェイン緑茶」を摂取することにより、日常生活においてストレス軽減作用が十分期待できると考えられたことから、更に幅広い履歴を持つヒトを対象に低カフェイン緑茶によるストレス軽減効果を明らかにしていきたい。

(担当：薬学部 准教授 海野けい子)

主要な成果：

低カフェイン緑茶の作用の検討

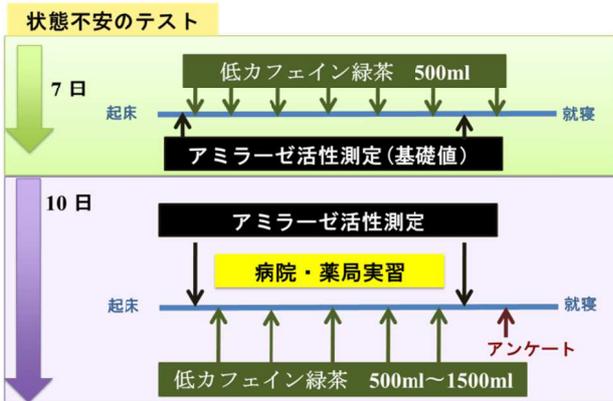


図 1 試験のプロトコール

State-Trait Anxiety Inventory (STAI) Test

現在不安状況下にあるか (State Anxiety 状態不安)
一過性の状況反応

質問
20項目

1. 気が落ちついている
2. 安心している
3. 緊張している
4. くよくよしている
5. 気楽だ
6. 気が転倒している

群	STAI
低カフェイン 緑茶	42.0 ± 3.2
プラセボ	41.6 ± 2.2

状態不安評価段階規準

	非常に 低い	低い	普通	高い	非常に 高い
男性	~22	23-31	32-40	41-49	50~
女性	~21	22-30	31-41	42-50	51~

図 2 被験者の事前調査

低カフェイン緑茶の抗ストレス作用

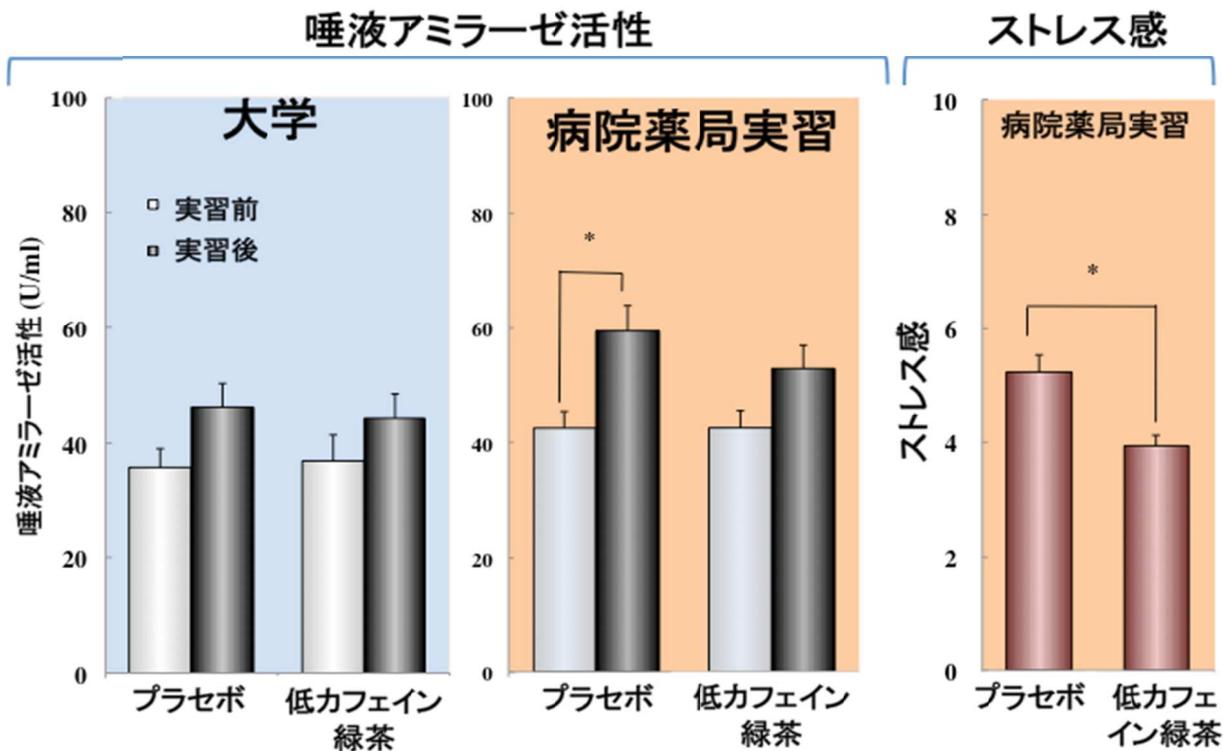


図 3 ヒト試験による低カフェイン緑茶の抗ストレス作用

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

1) 緑茶の抗ストレス作用などの解明

③ 白葉茶のストレス低減効果の検証

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との報告が多い。最近、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。

これまで、我々の先行研究では、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ている。

そこで、本研究では中枢神経系における脳波活動を指標に、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。脳の周波数（ f ）は、 δ （ $f < 4\text{Hz}$ 、深い睡眠状態、意識全くなし）、 θ （ $4\text{Hz} \leq f < 8\text{Hz}$ 、浅い睡眠状態、意識はかなり低い）、 α （ $8\text{Hz} \leq f \leq 13\text{Hz}$ 、心がゆったりした気分、リラックス状態）、 β （ $13\text{Hz} < f$ 、緊張や不安、興奮した状態）と区別されている。脳半球間では、主に右脳半球の脳波活動が情動情報プロセスに関与すると考えられている。ネガティブ感情に伴って、右前頭部 α 波パワーが低減する。本実験は、前頭部、頭頂部、後頭部の計 5ヶ所の電極から導出した脳波を解析した。

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 因子に分けて測定し、総合気分障害（TMD）の評価も可能なものである。

精神的ストレス負荷としては、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℃のお湯 900ml に 2 分間浸し、比較として深蒸し煎茶「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) 白葉茶の摂取は、水に比べて、計算タスク後の安心感スコアが高く、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 1）。
- 2) 脳波の結果からは、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、気分を改善させる可能性が示された（図 2）。

今後の展望：

今後の研究で茶飲料の種類や、温度、摂取量などの条件を増やし、摂取する環境、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、緑茶の幅広い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 共同研究員 陽東 藍）

主要な成果：

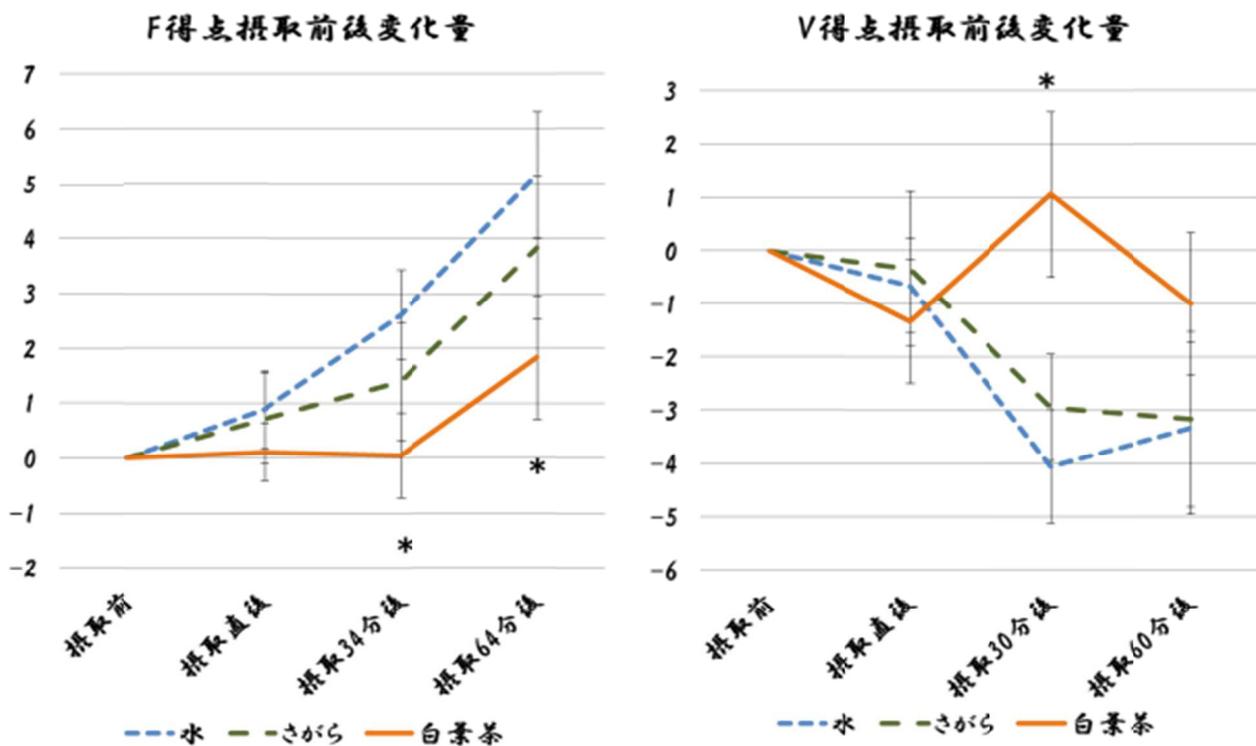


図1 ストレス負荷前後 POMS の F 得点及び V 得点

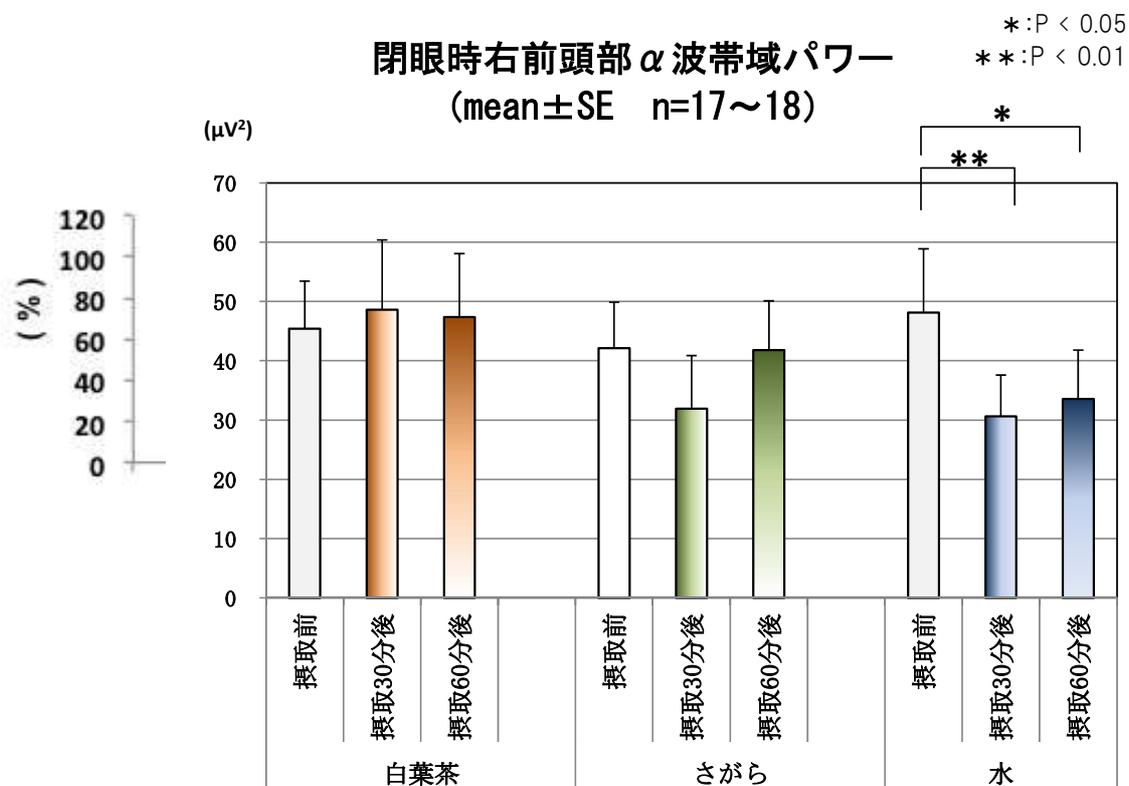


図2 ストレス負荷前後右前頭部 α 波帯域パワー

課題名：

(1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究

2) 脳の老化抑制作用における緑茶カテキン分子の違いに関する検討

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。

そこで本研究では緑茶カテキン中の有効成分および老化抑制の機構を明らかにすることを目的とし、マウスを用いた *in vivo* での実験系に加え、培養神経細胞を用いた *in vitro* での実験系によりその作用を検討した。

研究の手法：

- 1) エピガロカテキンガレート (EGCG)、エピガロカテキン(EGC)、没食子酸 (GA) をマウスに摂取させ、11 月齢の時点でステップスルー装置を用いた受動回避試験により学習能を判定した。
- 2) ヒト神経細胞である SH-SY5Y 細胞を用い、培地中に EGCG, EGC, GA を加え増殖を比較した。

主な研究成果：

- 1) 緑茶カテキンの中で最も量が多い EGCG と、それが腸内細菌で分解されると EGC と GA に分解されることから EGC、GA についても、SAMP10 マウスに飲水として摂取させて学習能に対する作用を比較した。その結果、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 を単独摂取していたマウスでは効果が認められなかった。しかし EGC と GA の同時摂取により、EGCG と同様の学習能低下抑制作用が認められた。
- 2) 経口的に緑茶カテキンを摂取した場合、血漿中のカテキン濃度は $1\ \mu\text{M}$ 以下であることが報告されていることから、 $1\ \mu\text{M}$ 以下のカテキン濃度で神経細胞に作用を及ぼすか検討した。その結果、EGCG は $1\ \mu\text{M}$ 以下の濃度で SH-SY5Y 細胞の増殖を促進したが、EGC にはそのような作用は見られなかった。GA は EGCG と同様に $1\ \mu\text{M}$ 以下の濃度で SH-SY5Y 細胞の増殖を促進したが、EGCG より作用が弱かった。また EGC との共存による作用の増強は認められなかった。
- 3) これらのことから、緑茶カテキンによる学習能低下抑制作用は主に EGCG が作用し、脳において神経細胞の増殖に促進的に作用することにより、脳機能の低下を抑制していることが示唆された。

今後の展望：

今後、体内におけるカテキン類の代謝を明らかにするとともに、分解物などの機能性を詳細にしていく。

(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

In vivo

Senescence-accelerated mouse (SAMP10)

- Short lifespan
- Cerebral atrophy
- Cognitive dysfunction
- High generation of reactive oxygen species (ROS)

Green tea catechins (catechin mix)

Catechin mix	0.2mg/mL
EGCG	0.06mg/mL
EGC	0.03mg/mL

EGCG 60 µg/mL = 0.131 µmol
EGC 30 µg/mL = 0.098 µmol

Catechin in water

1-month old → 11-month old SAMP10

Learning ability ↑ (Low) ↓ (High)

Time for learning (s)

● These results indicated that EGCG mainly suppresses cognitive dysfunction of aged mice.

● In combination of EGC and GA affects on nerve cells, even after EGCG is hydrolyzed to EGC and GA in intestines by bacteria.

Other Catechins

Other Catechins	34.1%
EC	8.5%
EGC	10.0%
EGCG	15.7%
EGCG	31.7%

Chemical structures: EGCG, EGC, BM6

-Mice prefer the dark-
Step-through passive avoidance task

Light room → Dark room

Weak electric shock

The method for measuring the learning ability of mice

Learning ability was examined by exploring mice's preference to the dark. The time needed for learning not to enter the dark room was measured.

2. Effect of catechins on cultured nerve cells growth

SH-SY5Y cells

DMEM/Ham's F-12 supplemented with 10% FBS, 1% Penicillin-Streptomycin

Incubate at 5% CO₂, 37°C until reach confluence

Thawing cells

Harvest cells (Trypsinization)

Centrifuge at 1000 rpm for 5 min.

1:1 cell suspension and 0.5% trypan blue dye pipette into glass slide chamber

Automated cell counter

Incubate at 5% CO₂, 37°C For 48 hrs.

In vitro 1. In vitro BBB-permeability of catechins

Endothelial cells, Pericytes, Astrocytes

blood side → brain side

BM6 (µM), EGC (µM), EGC + GA (µM), GA (µM)

Sample	BBB permeability	
	Coefficient (10 ⁻⁶ cm/s)	(%) (30 min)
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
BM6	12.45 ± 0.45	3.70 ± 0.13

BM6: 5-(3',5'-dihydroxyphenyl)-γ-valerolactone,
Each data shows a mean ± SEM (n=3, *, p<0.05 (compared with EGCG).

SH-SY5Y cells (1×10⁵ cells/ml/500 µl/well/24 well), n=3, Catechin at 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1 µM were added and incubated for 48 h, total viable cells were counted using trypan blue (TB) exclusion assay

- These results indicated that EGCG mainly suppresses cognitive dysfunction of aged mice.
- In combination of EGC with GA affects on nerve cells, even after EGCG is hydrolyzed to EGC and GA in intestines by bacteria.
- EGCG and its metabolites even at low concentration pass into the brain parenchyma through the blood-brain barrier (BBB) and may enhance cell growth of neurons and suppress cognitive dysfunction.
- These results suggest that long-term intake of green tea is hopefully useful in the prevention of age-related cognitive dysfunction.
- Future study should be clarified about the molecular mechanism on how these components act on prevention of age-related cognitive dysfunction.

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、幅広い立場から茶に係る経営能力向上に寄与することを目的に各種セミナーを開催する。

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) 本年度開催した主要なセミナーは、表 1 に示す通り 25 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、CTC 緑茶関係、ブランド化戦略などについての要望が高く、全てに対応した。
- 3) また、昨年からはじめた食品の機能性表示や地理的表示の概要やその対応方法についての依頼もあった。
- 4) 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。
- 5) 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場所

月日	タイトル	開催場所
平27.05	※ サイエンス玉手箱	静岡科学館るくる
平27.06	脳健康と食品	静岡地域地下水利用対策協議会総会
平27.07	※ お茶とミツバチ	静岡県立御殿場南高校
平27.07	緑茶パワーを活かせ	静岡市管内消費者など
平27.08	変化する消費構造に適応した生産技術とは？	肥料商組合傘下茶業者
平27.08	日本茶の魅力と今後の方向	日本調理学会
平27.08	日本における紅茶の歴史と今後の方向	世界和紅茶会議
平27.08	※ 科学の祭典	静岡科学館るくる
平27.09	※ やさしいお茶の効能	静岡市お茶の学校
平27.11	注目される新しい日本茶	茶学術研究会
平27.11	最近の茶事情 進展が期待される分野	東京投資家グループ
平27.11	機能性表示と茶の流通	静岡県経済連
平27.12	海外粉末茶マーケティング戦略	革新的事業成果発表会
平27.12	静岡抹茶のブランド化	静岡抹茶研究会
平27.12	CTC緑茶の必要性	CTC協議会総会
平27.12	※ 環境リスク教育セミナー	静岡県立大学内
平27.12	低カフェイン緑茶のストレス軽減作用	“産・学・民・官”の連携を考えるつどい
平27.12	新しい緑茶とは～白葉茶、高香味発揚茶	茶学術研究会公開シンポジウム
平28.01	茶の審査法のいろいろ	全国茶研究員課題別発表会
平28.01	地域資源を活用した茶産業のイノベーションによる地域の活性化	和歌山県産学連携セミナー
平28.02	変貌する茶業情勢化における産地戦略は	南駿茶業者大会
平28.02	※ 富士山からのおくりもの お茶の効能	富士市市民
平28.02	※ 世界の茶・日本の茶	静岡県大学コンソーシアム
平28.03	変化する茶業への対応 ～茶の生産・消費動向と今後の展開～	掛川市生涯学習センター
平28.03	静岡抹茶のブランド化に向けて	牧之原市相良総合センター

※印は、高校生、一般社会人などを対象としたセミナーなど



図1 セミナー関係などの新聞報道

課題名：

(2) 茶学教育と人材育成

1) セミナーの開催

② 日本茶の海外輸出戦略セミナーなどの開催

研究の目的：

近年、日本茶の海外輸出は堅調に増加している。しかしながら、輸出国における日本茶の現状、輸出に係る手続き、輸出対象国別の残留農薬基準などについての情報が少なく、その対応が迫られている。そこで、日本茶輸出がスムーズに進むようセミナーなどを開催し対応する。

研究の手法：

日本茶輸出促進協議会を母体に、世界緑茶協会と連携し、全国(東京、京都、鹿児島、静岡)4カ所でセミナーを開催する。また、輸出に係る世界の茶の現況、マーケティング戦略、産地戦略などについては個別セミナーで対応する。

主な研究成果：

- 1) 全国4カ所で開催された輸出促進セミナーにおいては、いずれの会場とも定員が100～200名としたにもかかわらず、定員オーバー状態であり、盛況だった(表1)。
- 2) セミナーの会場により、参加者の内容が若干異なり、東京、京都では概して茶小売店関係者が、静岡・鹿児島では生産者が多かった。いずれの会場においても官公庁、JA関係者の参加が目立った。
- 3) セミナーでは「海外における日本茶の現状」「輸出の手続き」「輸出に向けた生産」「日本茶のマーケティング戦略」と幅広い内容であったが、参加者によりそれぞれに興味の分野がことなるものの、全体的には好評であった。
- 4) 日本茶の海外輸出に拘り、各種団体などから依頼を受け、6回ほどのセミナーを開催し、きめ細かな対応を行った(表3)。
- 5) なかでも、今後進展が期待される分野についてのレクチャーや海外における粉末茶マーケティング戦略などについては、これまでの研究成果も含め、今後の日本茶輸出を推進するための戦略セミナーとなった。
- 6) その他、輸出のベースとなる産地のブランド化や産地戦略、CTC技術を用いた緑茶生産など、これまでにない方向性を目指したセミナーについても依頼があり対応した。

今後の展望：

日本茶の海外輸出は今後も進展するものと思われるが、様々な課題も生じているため、それらに対するきめ細かな対応が必要になってくる。来年度も積極的に対応する。

(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 輸出促進セミナー開催月日、会場など

場所	月 日	会 場	定員 *	参加申込先
東京	平成 27 年 7 月 28 日 (火)	ベルサール芝公園 (Room 2) (港区芝 2-7-17 住友芝公園ビル 2 F)	100 人	(公財) 世界緑茶協会
京都	9 月 3 日 (木)	宇治茶会館 (大ホール) (宇治市宇治折居 25 番地 2)	100 人	(公社) 京都府茶業会議 所
鹿児島	12 月 1 日 (火)	鹿児島 サン ロイヤル ホテル (鹿児島市与次郎 1-8-10)	200 人	(公社) 鹿児島県茶業会 議所
静岡	平成 28 年 1 月 26 日 (火)	(株) 静岡茶市場 2 階会議室 (静岡市葵区北番町 94 番地)	100 人	(公社) 静岡県茶業会議 所

表 2 輸出促進セミナーテーマ内容

テーマ 及び 講師		
1 「海外での日本茶の現状」 日本茶輸出組合 副理事長	10:05~ 谷本 宏太郎	
2 「輸出の手続き」 日本貿易振興機構 農林水産・食品部アドバイザー	11:20~ 永江 宣文	
(昼休憩) 12:30~13:30		
3 「輸出に向けた生産 ～農業を中心に～」 農研機構 野菜茶業研究所 上席研究員	13:30 佐藤 安志	
4 「日本茶のマーケティング戦略」 タガワ・コンサルティング オフィス 代表 経営コンサルタント	14:40~ 田川 由美子	
5 総合討論 「日本茶輸出の今後」 (司会) 静岡県立大学 茶学総合研究センター 特任教授	16:00~ 中村 順行	

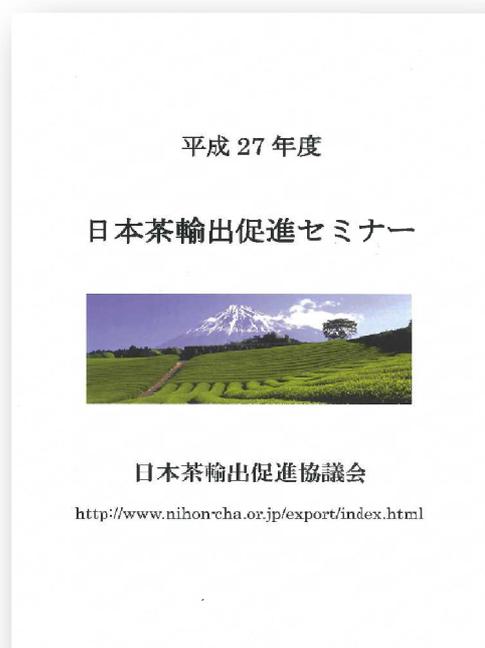


図 1 輸出促進セミナー冊子

表 3 日本茶の海外輸出関係セミナー

月 日	タイトル	開催場所
平27.11	最近の茶事情 進展が期待される分野	東京投資家グループ
平27.12	海外粉末茶マーケティング戦略	革新的事業成果発表会
平27.12	CTC緑茶の必要性	CTC協議会総会
平28.02	変貌する茶業情勢化における産地戦略は	南駿茶業者大会
平28.03	変化する茶業への対応 ～茶の生産・消費動向と今後の展開～	掛川市生涯学習センター
平28.03	静岡抹茶のブランド化に向けて	牧之原市相良総合センター

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部生や大学院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教室の人数は 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 258 名と妥当であった(表 1)。
- 2) また、社会人聴講生も募集したところ 4 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 85%弱を占めていた。
- 4) 全履修者のうち単位修得者は 85%の 221 人であったが、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 2)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。

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 27 年度茶学入門受講生

学年	学部	履修登録者数		単位修得者数	
1年	薬学部	217	30	201	29
	食品栄養科学部		41		38
	国際関係学部		63		53
	経営情報学部		50		48
	看護学部		33		33
2年	薬学部	17	1	9	1
	国際関係学部		9		4
	経営情報学部		7		4
3年	国際関係学部	8	4	4	2
	経営情報学部		4		2
4年	国際関係学部	11	5	7	2
	経営情報学部		6		5
院生	薬食	1	1	0	0
社会人	—	4	4	0	0
合計		258	258	221	221

表 2 平成 27 年度茶学入門科目名

回数	月 日	担当者	科 目 名
1	10月1日	中村順行	ガイダンス
2	10月8日	岩崎邦彦	茶のマーケティング
3	10月15日	中村羊一郎	茶の歴史
4	10月22日	内野 稔	茶の種類と美味しい淹れ方
5	10月29日	中村順行	茶の生産・加工
6	11月5日	中村羊一郎	茶の文化
7	11月12日	斎藤貴江子	茶を特徴づける成分
8	11月19日	伊勢村 護	茶の機能性、特に疫学的研究から
9	12月3日	海野けい子	カテキン類の生理機能
10	12月10日	陽東 藍	カフェイン・テアニンの機能性
11	12月17日	今井伸二郎	茶の免疫機能
12	1月7日	原 征彦	茶の機能性に特化した商品開発
13	1月14日	佐野満昭	茶の幅広い魅力と機能
14	1月21日	岡 あつし	「茶の都しずおか」づくり
15	1月28日	中村順行	世界に広まる日本茶の現状と課題



図 1 平成 27 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 高校生、社会人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幅広い層に対して、茶の奥深さや魅力を発信することにより、茶業振興の一助とすることを願っている。

そこで、茶業関係者以外の高校生や一般社会人にも幅広く門戸を開き、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：

茶の専門知識はなくても、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。

主な研究成果：

- 1) 本年度、高校生や一般社会人を対象に8回のセミナーを開催した(表1)。
- 2) 対象者は高校生から一般社会人にわたり出前講座的に開催した。
- 3) 一般社会人を対象としたセミナーでは、概してお茶のもつ機能性に対する要望が高く、化学的な用語をできる限り使用しないで、身近な例を上げながら茶に対して興味を持っていただけるよう努めた。
- 4) また、2月には静岡県内の大学コンソーシアムのなかで、静岡産業大学と連携しながら「世界のお茶・日本のお茶」と題してセミナーを開催した結果、大変好評を博した。
- 5) さらに、3月には県内の留学生を対象とし、世界緑茶協会と連携して日本茶の魅力発見講座を開催した。参加応募者は11名であったが、O-CHAプラザ内での「日本茶の美味しい入れ方」や現地の森内茶園における闘茶会などは大好評であり、参加してよかったとの評価が多かった。しかしながら、3月は大学生にとっては春休みであり、予想に反して参加者が少なかった。関係者によると関心は高いとのことであるため、次回は開催時期などを検討し直す必要がある(図1)。

今後の展望：

今後、茶の魅力を各世代に幅広く発信し続けるためにも、各年代や茶に関する知識などに応じて継続的に開催することが必要と思われる。

(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など

月日	課題名	場所など
平27.05	サイエンス玉手箱	静岡科学館るくる
平27.07	お茶とミツバチ	静岡県立御殿場南高校
平27.08	科学の祭典	静岡科学館るくる
平27.09	やさしいお茶の効能	静岡市お茶の学校
平27.12	環境リスク教育セミナー	静岡県立大学内
平28.02	富士山からのおくりもの お茶の効能	富士市市民
平28.02	世界の茶・日本の茶	静岡県大学コンソーシアムとの共催
平28.03	日本茶の魅力発見講座	県内大学留学生(世界緑茶協会共催)

「日本茶の魅力発見講座」

参加者
募集!

共催：静岡県立大学茶学総合研究センター・公益財団法人世界緑茶協会

1 趣旨

静岡県の主要農産品である緑茶の魅力を国内外に発信するため、海外から留学している県内の大学生を対象に、日本茶の体験を通し、おいしさやその淹れ方、歴史等知識を伝え、留学生に日本茶の理解者、愛好者となってもらい講座を開設する。もって、今後の留学生の海外での活躍と日本茶の情報発信に資する。



図1 留学生を対象としたセミナー募集パンフ



図2 留学生を対象としたセミナーの概要

(左：O-CHA プラザ内での美味しいお茶の淹れ方、右：森内茶園での闘茶会風景)

課題名：

(3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明

1) 白葉茶の味覚特性の解明

研究の目的：

白葉茶は、茶の新芽に強遮光処理を行うことで、新芽を白色化したもので、アミノ酸含有率も著しく高くなることが報告されている。また白葉茶は、抗ストレス作用を有することが明らかにされている。最近では、白葉茶を急須で淹れて飲むだけでなく、浸出液を抽出後、ボトル飲料として商品化しようとする動きもみられるが、美味しく抽出するための最適法が確立されていない。これまで、白葉茶は低温抽出により安定して旨味が浸出しやすいことが明らかとなっているため、今回は抽出温度と茶量による浸出効果を味覚センサーにより調査した。

研究の手法：

- 1) 白葉茶 5 g 及び 10 g を、水(室温下 20℃)、40℃、60℃、90℃の温度下の水 300ml で浸出し、味覚センサーにより旨味、渋味などを分析した。
- 2) 浸出時間はこれまでの経験から、水では 30 分、3 時間、6 時間、24 時間、30 時間とし、その他の温度下では 2 分、5 分、15 分、30 分とした。

主な研究成果：

- 1) 白葉茶を室温下の水で抽出した場合には、浸出時間に大きな影響がなかったが、40℃～90℃で淹れた場合には、湯温が高いほど急激に旨味や渋味が溶出された(図 1, 2)。
- 2) 旨味に関しては、5g に比較して 10g の茶量を用いた場合にセンサー値も高くなった。また、5g においては 15 分程度でいずれの湯温で淹れた場合にも同等なセンサー値を示すようになったが、10g の場合には 5 分程度と短時間だった(図 1)。
- 3) 渋味に関しても、旨味と同様な傾向が見られた(図 2)。
- 4) 白葉茶は低温で淹れることにより強烈な旨味を呈すが、味覚センサー値の旨味だけからでは、その判断は難しく、渋味とのバランスなどが官能評価による味覚に大きな影響を及ぼしているものと考えられた。

今後の展望：

今後は、これらの結果を元に、白葉茶の安定的な浸出方法やドリンク化への動きに対する資料とする。

(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：

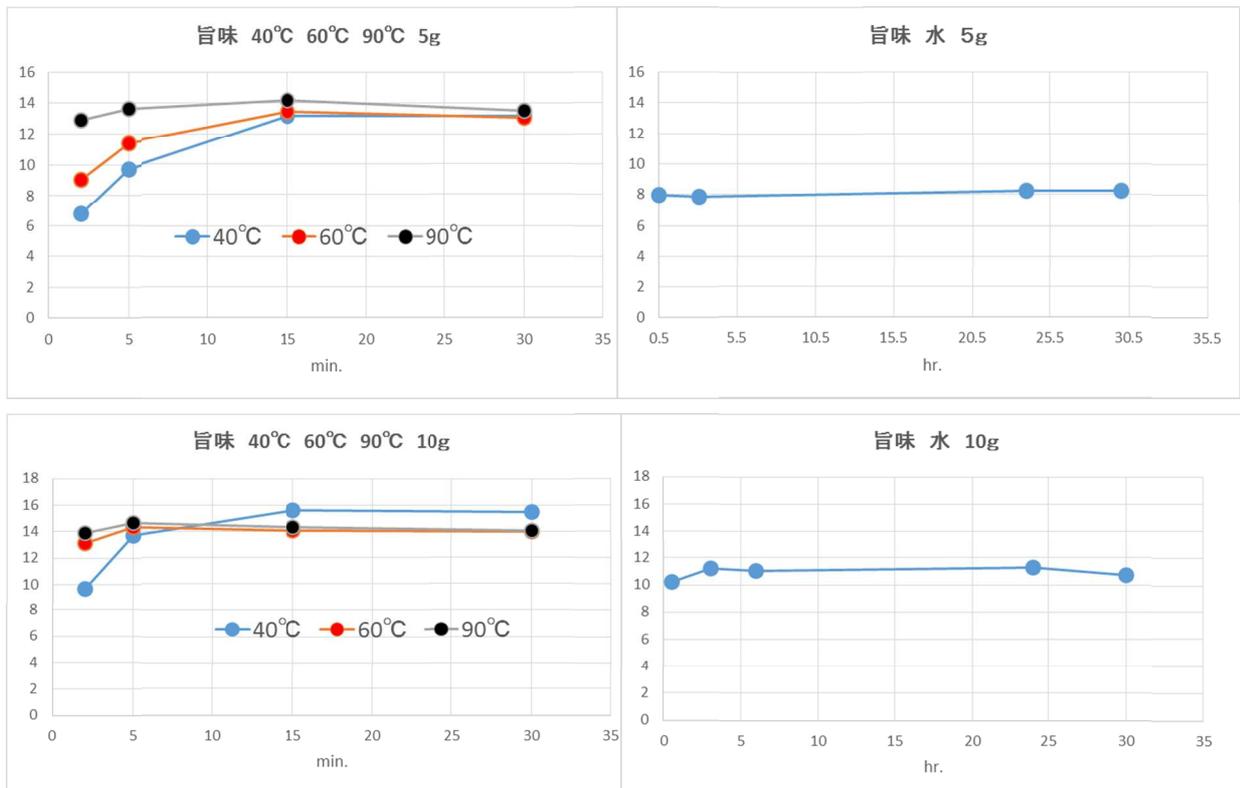


図 1 各種温度と異なる浸出時間で浸出した白葉茶の旨味センサー値

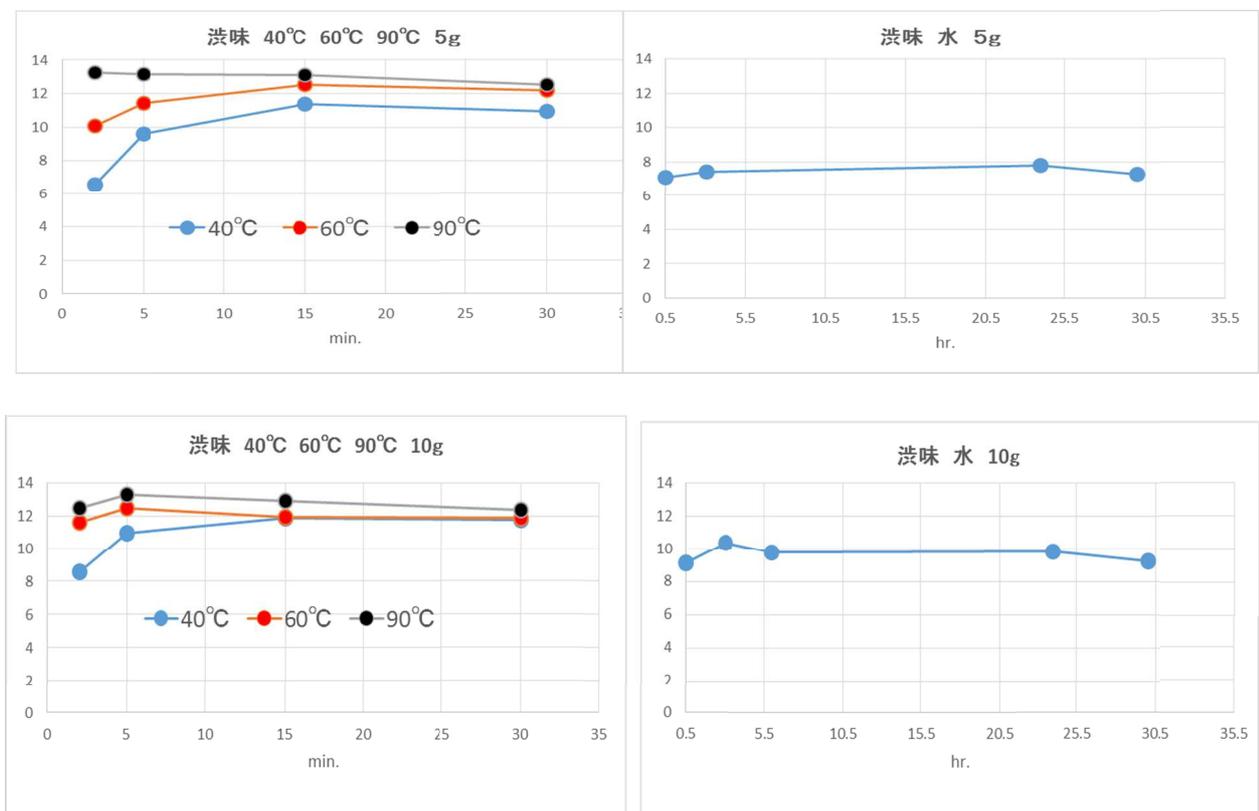


図 2 各種温度と異なる浸出時間で浸出した白葉茶の渋味センサー値

課題名：

(3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明

2) 差別化商品の開発

① 機能性成分制御型緑茶の開発とその味覚評価

研究の目的：

カフェインが少ない緑茶は、生葉への熱水シャワー方式によりカフェインを溶出させ、通常の煎茶の1/2～1/3に低下させたものである。しかしながら、現在供給が増加している被覆茶については知見がないため、その効果を確認する。また、昨年度の成果から冷水で淹れた低カフェイン茶は抗ストレス効果が高いため、低カフェイン茶の冷水での飲用方法及び簡便な飲み方を提案する。さらに、需要の拡大を図るため、高齢者や若年・若者層世代を対象にまずは嗜好調査を実施し、商品開発につなげる。

研究の手法：

本年度は需要が伸びている被覆栽培茶を用いて、一般栽培に比較した残留農薬の削減率を把握するとともに、開発した機能性成分制御型緑茶を用いて冷水での飲用方法及び簡便な飲み方を開発する。

さらに、機能性成分制御型緑茶の消費者ターゲットである高齢者や若年・若者層を対象に嗜好調査を実施することにより、従来型の茶の消費コンセプトを越えた茶の新商品、新用途を開発し、需要の拡大を目指す。

主な研究成果：

- 1) 無被覆区においては、対照区に比較し、熱水シャワーによる低カフェイン茶区ではいずれの薬剤も、昨年度と同様に減少した。特に、コテツ、オンリーワンは顕著な減少を示したが、アクテリックにおいては減少幅が小さかった(図1)。また、被覆区においては、オンリーワン及びアクテリックは無被覆区と同様な減少傾向を示したが、コテツにおいては熱水シャワー区で増加傾向となった(図2)。
- 2) 一方、各薬剤を散布後、熱水シャワー処理を行わずそのまま乾燥した場合には、被覆の有無に関わらず、残留農薬は削減できなかった(図3)。しかしながら、熱水シャワー区においては、被覆を行った場合にはアクテリックでは無被覆と変わらないが、オンリーワンやコテツでは被覆区で残留程度が増加し、被覆の有無により、熱水シャワーの効果が大きく異なった(図4)。
- 3) 低カフェイン茶を冷水下で淹れる場合、1時間以内では浸出液の濃度も薄く、苦味も少なく、成分的にも多くの溶出が認めがたかった。そのため、より安定的に旨味の強い低カフェイン茶を飲むためには3時間以上の浸出時間が適当と考えられた。
- 4) カフェインだけを低減させた低カフェイン茶と普通煎茶を比較した嗜好調査結果から、各世代とも低カフェイン茶を30～40%の人が好み、その香味を「あまり渋くなく、まろやか」「甘味がある」「あっさりしている」「美味しい」「飲みやすい」「苦渋味が少ない」などと評価された。低カフェイン茶の香味に対する好き嫌いの世代間差異や飲用頻度については、今回の嗜好調査からでは際立った関係が認めがたかった。

今後の展望：

低カフェイン茶の付加価値を高めるためにも、機能性についての研究を深化させる必要がある。

(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：

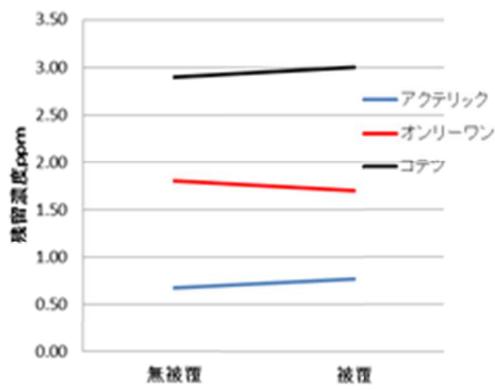


図1 直接乾燥区における残留農薬の消長

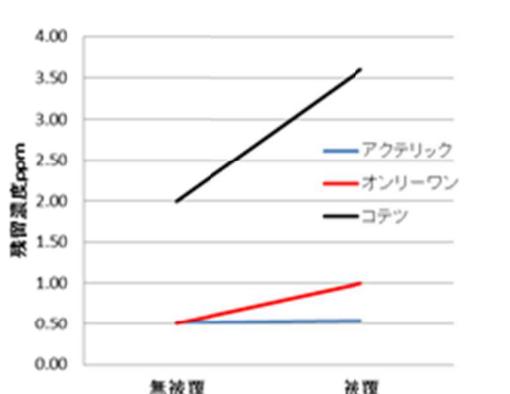


図2 熱水シャワー区における残留農薬の消長

表1 低カフェイン茶と普通煎茶の成分比較

	低カフェイン茶	普通煎茶
カフェイン(%)	0.53	2.20
アミノ酸(mg/gDW)	24.77	24.79
Asn	0.81	0.23
Ala	0.50	0.27
Ser	1.05	0.80
Gln	2.51	1.73
Asp	2.11	2.10
Arg	3.57	3.77
Glu	2.05	2.35
Thea	11.80	13.40
GABA	0.37	0.15
カテキン類(mg/gDW)	89.62	98.76
(+)C	0.98	1.48
GC	1.40	1.34
EC	6.35	7.18
ECG	9.19	7.16
EGC	33.00	36.20
EGCG	38.70	45.40

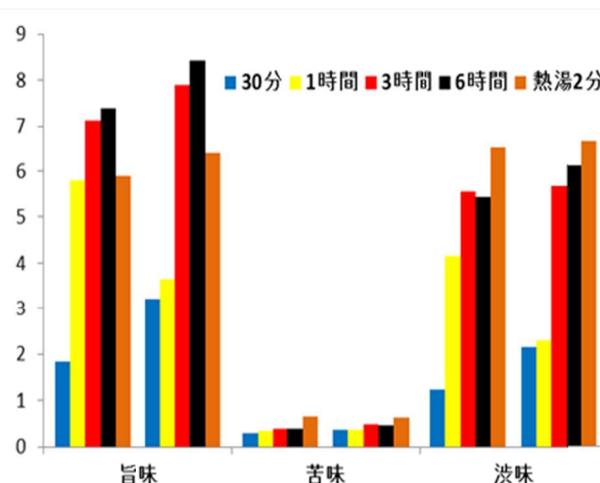


図3 低カフェイン茶の冷水下における浸出時間別味覚センサー値

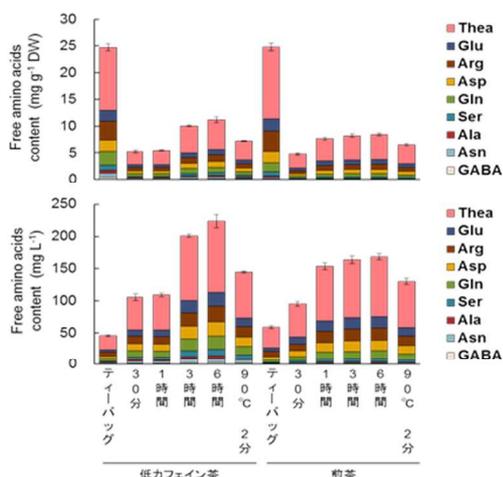


図4 低カフェイン茶の冷水下における浸出時間別遊離アミノ酸含量

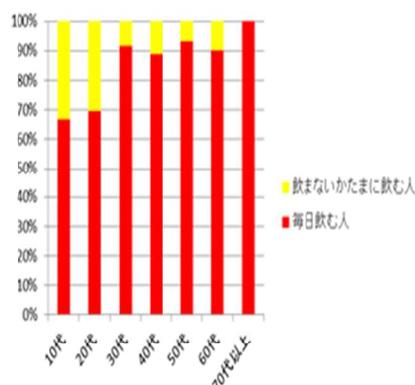


図5 低カフェイン茶を好む人の各世代ごと、飲用頻度別比率

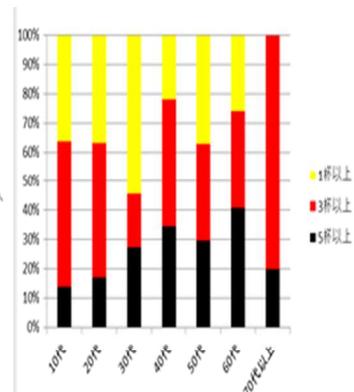


図6 低カフェイン茶を好む人の各世代ごと、飲用頻度別比率

課題名：

(3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明

2) 差別化商品の開発

② 低カフェイン茶の開発とその特徴、および嗜好調査

研究の目的：

近年、カフェイン濃度の低いお茶の需要は高く、様々な低カフェイン茶が販売されている。しかしながら、通常の煎茶に比べて風味、香り、味などが消費者の嗜好に合った低カフェイン茶の実現には至っていない。

そこで、本研究では、カフェイン含有量が顕著に低く、他の主要成分が通常の煎茶と変わらない低カフェイン茶を開発し、その味覚特性を調べると共に、幅広い世代の消費者を対象に嗜好調査を行った。

研究の手法：

低カフェイン茶の作製には安定で効率がよい熱水シャワー方式を用いた。すなわち、生葉に95℃の熱水を180秒間処理し、カフェインを取り除いた。脱水後、通常の製茶工程により低カフェイン茶を得た。この低カフェイン茶3gに100mLの水道水を加えた浸出液のカフェイン、カテキン含有量を高速液体クロマトグラフィー（HPLC）で測定した。また、味覚センサーを用いてこの浸出液の味覚を分析するとともに、10代から70代の静岡県内の消費者を対象に嗜好調査を行った。

主な研究成果：

- 1) 作製した低カフェイン茶に含まれるカフェインの含有量はコントロールとして用いた煎茶に比べて1/5以下とすることに成功した。
- 2) 味覚センサーによる味覚の評価では低カフェイン茶とコントロールでは有意な違いが見られなかったことから、作製した低カフェイン茶は普通煎茶と同等の味であることが示された。
- 3) 試飲アンケートでは、年齢やお茶を飲む頻度によって嗜好性の違いや傾向は見られなかったが、消費者の1/3が低カフェイン茶を嗜好した

今後の展望：

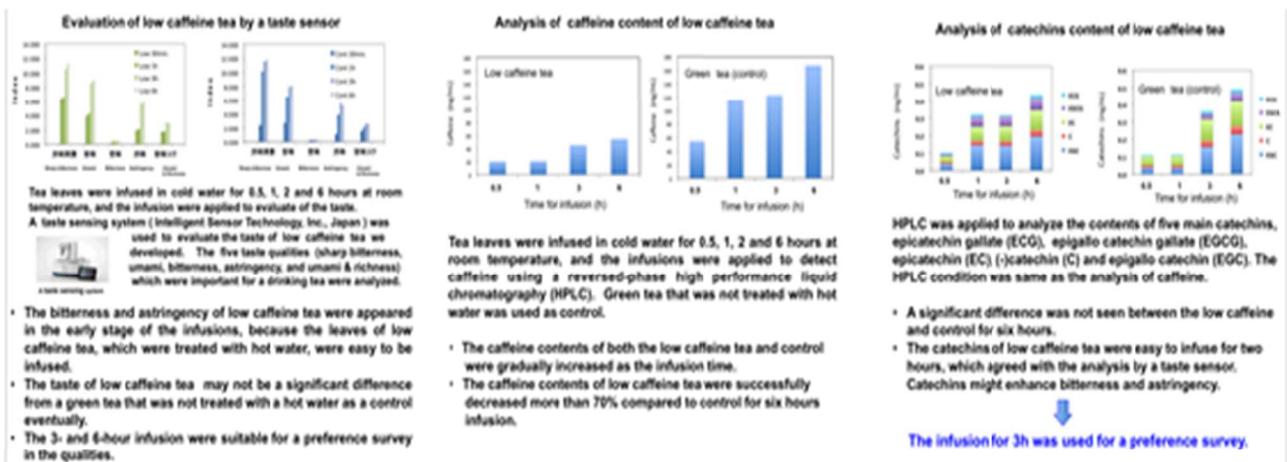
全国規模の試飲アンケートを行い消費者の嗜好を解析する。また、品質を向上させ、カフェインを控えている人にも普段どおりに飲用可能なお茶として、茶業界の活性化を図る。

(担当：食品栄養科学部 助教 斎藤貴江子)

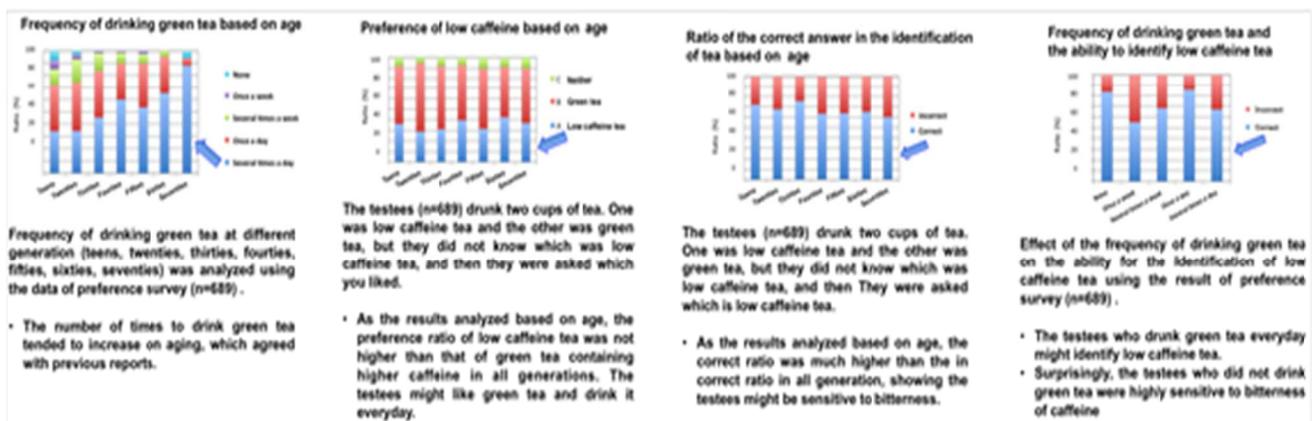
主要な成果：



Analysis of the infusion of low caffeine tea



Preference survey of low caffeine tea



課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

1) 緑茶のマーケティングによる需要拡大

① 海外における日本茶の現況

研究の目的：

日本茶の海外への輸出は増加の一途を辿っているが、日本茶が海外で販売されている種類や金額については明確になっていない。また、海外の食習慣の異なる各地域で飲用される日本茶の評価などについても明らかではない。そこで、日本茶の海外への輸出状況の推移や海外で販売されている日本茶の種類や金額及び、各地域における日本茶の販売状況や飲用状況、日本茶の評価などを、茶の生産国である台湾と生産がない米国に焦点を絞り解析した。

研究の手法：

日本茶の海外への輸出状況の推移や海外で販売されている日本茶の種類や金額については統計データなどを用いて解析した。また、アンケート調査は世界各国に在住する日本茶インストラクター、日本茶に関心のある茶関係者などを対象に実施した。データは、各国における調査人数が異なるため、EU、アジア、北米に大きく分類し、各地域における日本茶の販売状況や飲用状況、日本茶の評価などを解析した。

主な研究成果：

- 1) 日本茶の海外輸出は台湾、中国、シンガポールなどの東アジアやアメリカ、カナダなどの北米を中心に順調に増加している(表1、図2)。世界における緑茶は約150万tの生産に対し、輸出量は約33万tである。日本茶は国内消費が主体であり、海外に飲用されるお茶は0.35tと世界で輸出される緑茶の1/100とごく少ない(図1)。
- 2) 海外における茶の飲用が半分以上と回答した比率は、北米やEUでは約30~40%、アジアでは70%程度であり(図3)、日本茶の海外における販売は、地域により異なり、EUでは日本茶販売店が多くみられるが、北米では少ない(図5)。
- 3) 日本茶に対しては、EUや米国が美味しい、香味に優れているなどの品質に対する評価が高いが、アジアでは和食に合う、文化性が高いなどが上げられた。米国では、機能性に対する期待も大きかった(図9)。
- 4) 今回の輸出戦略を構築する上でターゲットの一つである茶の生産国である台湾と生産の見られない米国を比較した場合、全ての飲料の中で茶の飲用比率は台湾ではお茶が中心であるのに対し、米国では1/5程度であった(図11)。
- 5) 飲用される茶種は、台湾はリーフタイプの半発酵茶が、米国ではティーバッグが主体である(図12)。日本茶の購入場所は、台湾ではショッピングモールが、米国ではアジア系食品店が中心である(図14)。日本茶に対しては、台湾では和食に合う、安全、文化性などが、米国では美味しい、機能性に優れているとの評価が高かった(図15, 16)。

今後の展望：

今後、ますます日本茶の海外輸出は増加するものと考えられるが、マーケティング戦略は概して茶の生産国にはリーフタイプの日本茶を和食とセットで販売するなどの高級化路線が、茶の生産が見られない消費国では簡便に飲め、機能性豊かで美味しく他国産との差別化可能な日本茶の提供が良いと考えられた。

(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 日本茶の海外への輸出状況

輸出国	2002年 ¹⁾		2013年 ²⁾			増減比較 (2013/2002)		推定消費量(千t)	
	数量(t)	金額(百万円)	数量(t)	金額(百万円)	円/kg	数量	金額	紅茶 ³⁾	緑茶 ⁴⁾
韓国	17.8	14.0	7.2	14.7	2,050	0.4	1.0		5.9
香港	66.0	111.1	77.7	172.6	2,221	1.2	1.6		9.6
台湾	21.8	52.2	378.1	439.9	1,163	17.3	8.4		15.0
中国	0.6	3.3	22.5	45.9	2,036	35.5	14.0	149.2	1645.8
シンガポール	67.5	168.5	213.4	641.7	3,007	3.2	3.8		0.8
タイ	23.1	56.5	132.4	220.2	1,662	5.7	3.9		0.7
マレーシア	12.1	22.3	66.4	132.2	1,991	5.5	5.9	34.6	
イギリス	22.7	52.0	25.6	73.3	2,859	1.1	1.4	116.9	
ドイツ	101.8	151.0	154.5	456.8	2,956	1.5	3.0	18.0	10.7
フランス	17.8	64.3	56.0	153.4	2,737	3.1	2.4	7.2	7.9
イタリア	13.8	20.8	10.8	19.1	1,765	0.8	0.9		6.0
オランダ	37.4	78.9	30.4	109.7	3,608	0.8	1.4	7.1	0.7
スイス	3.1	8.4	8.8	33.3	3,792	2.8	4.0		1.8
カナダ	56.1	59.0	189.4	318.9	1,683	3.4	5.4	12.5	4.0
アメリカ	253.5	415.5	1444.0	3129.8	2,167	5.7	7.5	102.7	27.5
ロシア	1.2	4.2	2.9	7.4	2,534	2.5	1.8	253.5	8.8

※ 1)、2)：茶関係資料(2003、2014版)、公益社団法人日本茶業中央会編

3)：Annual Bulletin of Statistics(2014) International Tea Committee, Committee on Commodity Problems [Intergovernmental Group on Tea 2012] Colombo, Sri Lanka

4)：推定緑茶消費量=(2013年茶生産量^{2),3)}+輸入量³⁾-推定紅茶消費量³⁾

表2 日本茶の海外での販売金額

国名	茶種	調査数	平均金額(円)	金額の幅(円)
台湾	煎茶	5	637	372~900
	玄米茶	3	293	202~420
	ティバッグ	9	22	15~35
米国	煎茶	7	719	379~1,048
	玄米茶	1	1,225	1,225
	ティバッグ	2	20	20
中国	煎茶	6	1,460	542~2,437
	玄米茶	2	1,787	1,623~1,951
	ほうじ茶	1	671	671
	ティバッグ	1	19	19
フランス	煎茶	4	1,275	473~2,298
	抹茶	3	3,925	2,152~6,888
	玄米茶	1	278	278
	ティバッグ	4	50	37~64
イギリス	煎茶	2	1,089	264~1,914
	抹茶	5	3,404	2,475~4,794
	玄米茶	2	374	348~400
	ティバッグ	2	79	73~85
ロシア	煎茶	8	2,078	1,100~3,542
	抹茶	1	11,000	11,000
	玉露	1	4,982	4,982
	玄米茶	2	1,414	720~2,108
その他	ほうじ茶	1	900	900
	香茶	1	675	675
	ティバッグ	6	47	38~61

※ データはJETRO「世界の農林水産物・食品小売価格(2011~2012)」より改定

※ 茶の金額は円/100gとし、ティバッグは円/1バッグあたりに換算した

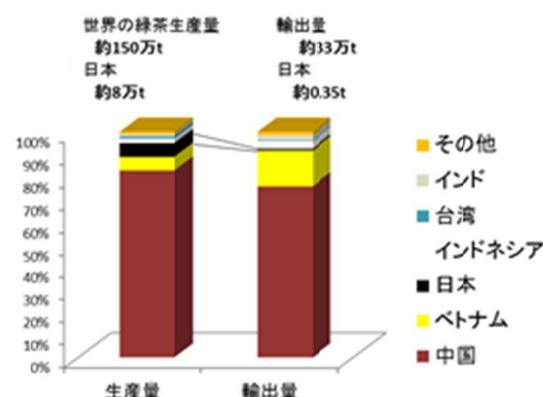


図1 世界の緑茶生産量と輸出量

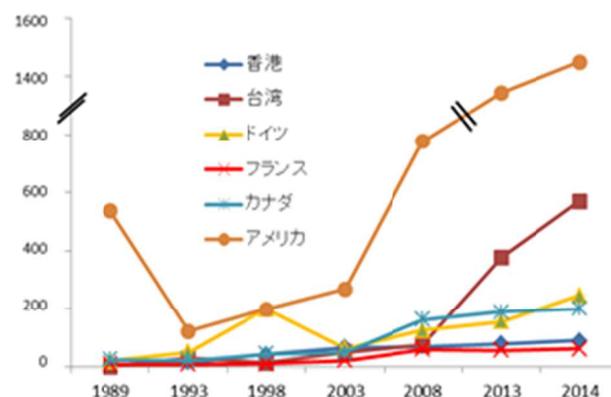


図2 輸出国別日本茶輸出量の推移

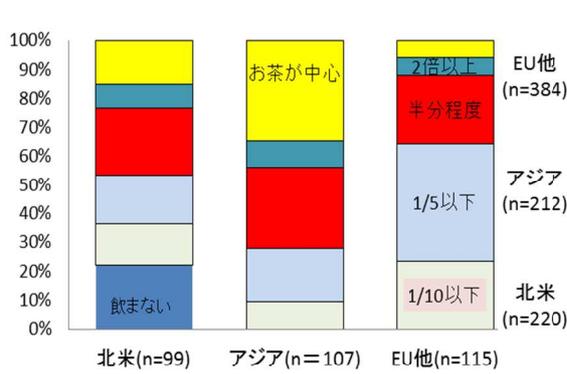


図3 茶の飲用量の程度

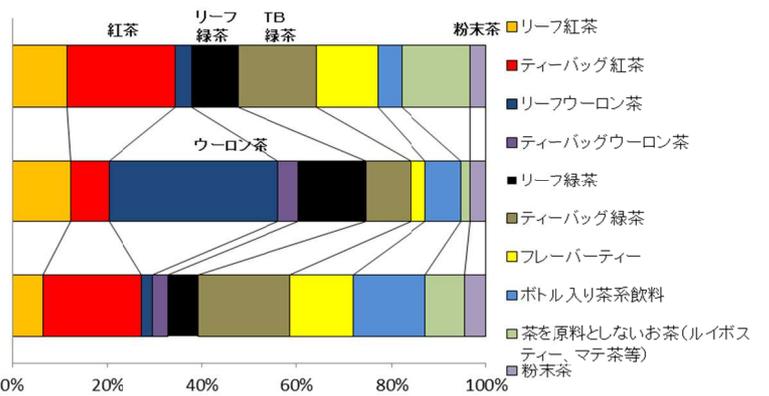


図4 飲用する茶種

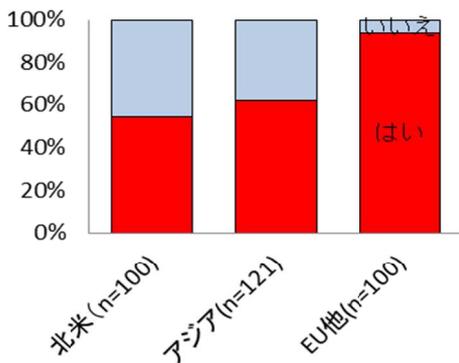


図5 日本茶販売の有無

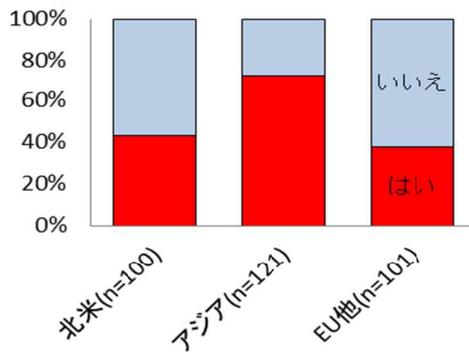


図6 日本茶が認識可能か

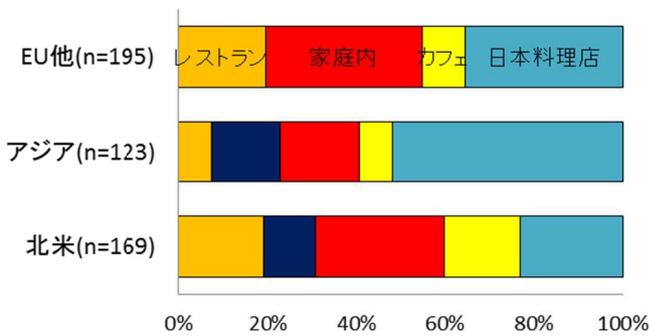


図7 日本茶の飲用場所

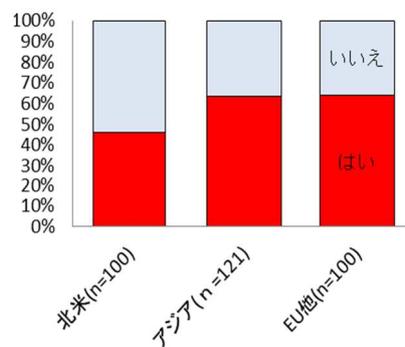


図8 日本茶の原産地表示の有無用場所

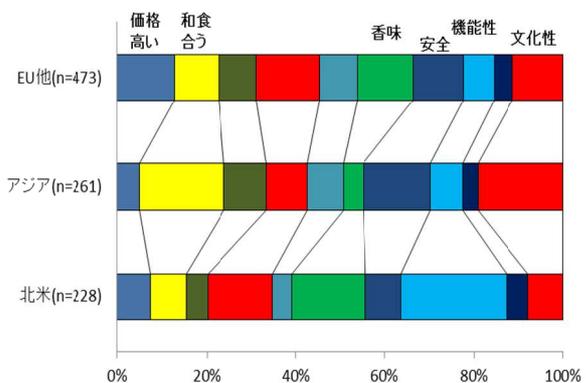


図9 日本茶の評価・期待する点

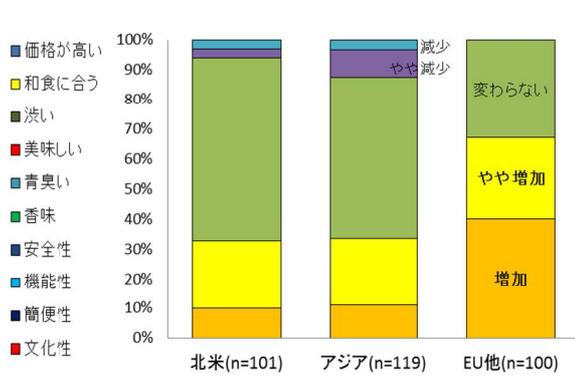


図10 日本茶の今後は

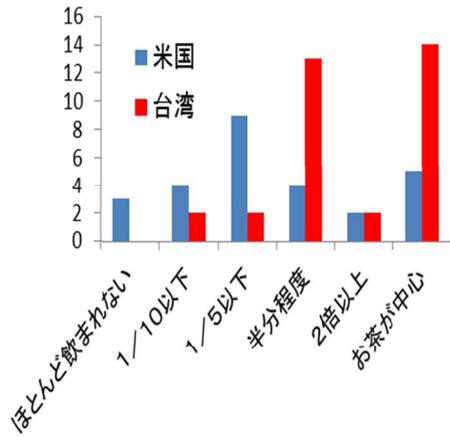


図 11 全ての飲料の中でのお茶を飲む比率
調査数；米国=27、台湾=33

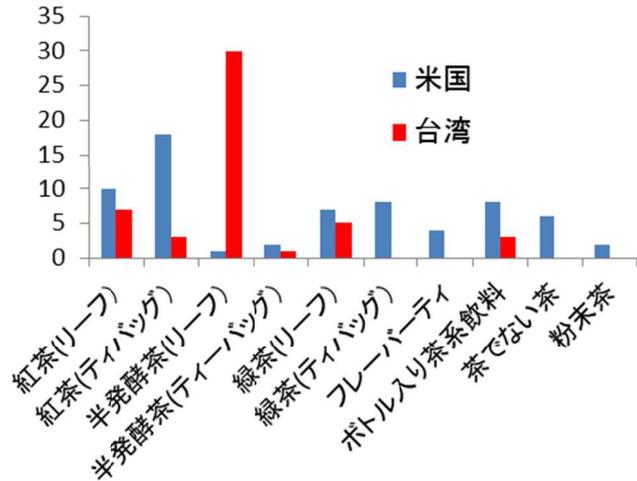


図 12 主に飲用される茶種の比率
調査数；米国=66、台湾=49

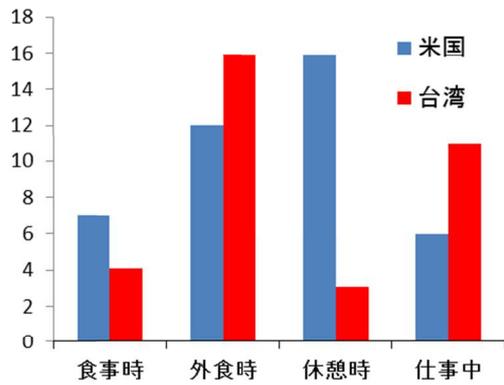


図 13 日本茶を主に飲用している時間帯の比率
調査数；米国=41、台湾=34

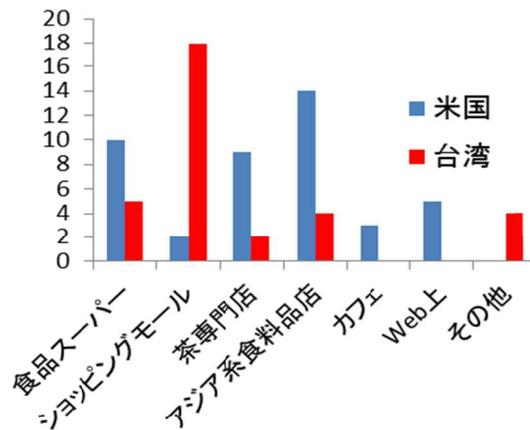


図 14 日本茶の主要な購入場所の比率
調査数；米国=43、台湾=33

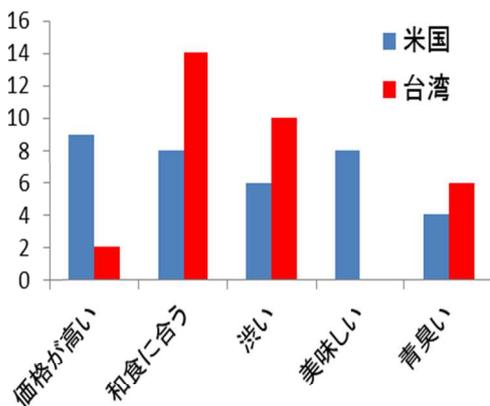


図 15 日本茶にどのような点を期待するか？
調査数；米国=44、台湾=33

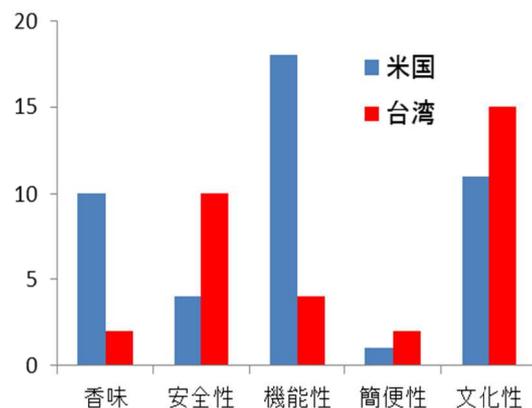


図 16 日本茶の評価はどうか？
調査数；米国=35、台湾=32

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

1) 緑茶のマーケティングによる需要拡大

② インバウンドに対する日本茶の販売戦略

研究の目的：

日本茶の海外輸出が順調に増加するとともに、訪日外国人も急増し、2020年には3,000万人にもなると言われている。そのなかにおいて、茶についてもお土産や贈答品として購入される外国人も増えてきていると思われるが、その実態は明らかではない。そこで、インバウンドに対して茶小売店や主要国際空港などで販売されている日本茶の実態を明らかにする。

研究の手法：

近年、急増しつつあるインバウンドに対する日本茶の販売状況は、全国の茶小売店に対してはアンケート調査により、主要空港の国際線では実地に出向き販売状況の調査を行う。

主な研究成果：

- 1) インバウンド下における日本茶の販売状況は、小売店の74%で外国人の来客の増加がみられ、幅広い茶種が購入されている(図1, 2)。購入金額は、日本人向けとほぼ同様に、煎茶では1000円/100g程度である(図2)。
- 2) 訪問国別では中国、欧州が多く、次に香港、米国、韓国である(図3)。
- 3) 購入する茶種は煎茶が40%を占めるが、玉露、抹茶などの高級茶の購入も見られる(図4)。
- 4) 主要空港における茶の販売状況は異なり、国際線の乗降者数が少ないが茶産県にある富士山静岡空港では多様な茶種が販売されているのに比較し、鹿児島空港では極少であった(表1、図5)。また、販売される茶種も成田空港や関西空港では玉露、抹茶の比率が高い。空港での販売は、一般の小売店に比較して一袋当たりの容量はやや少量であり、価格的にはやや高い傾向にある。また、成田や関西空港に比較して、福岡空港や富士山静岡空港、鹿児島空港では、容量が多く、100g当たりの値段は低い傾向にある(図6)。
- 5) インバウンド対策としては、聞き取り調査から、小売店では、和風に拘り、試飲していただくことが重要。空港では和風のパッケージが重要であり、お土産用が主であるため容量は30~50g程度が適当とのことである。
- 6) 以上のことから、インバウンドに対する販売は、和風を基調としながらも、お茶の淹れ方や香味、愉しみ方などの説明も必要と考えられる。空港における販売では、お土産用が主体のため、適度な容量で和風を意識したものが良いと考えられた。

今後の展望：

今後ますますインバウンドは増加するものと考えられるが、その対応としては日本茶をただ販売するだけと考えるのではなく、茶の湯はもとより、自然のなかでの茶摘み、手もみ茶の体験なども組合せ、日本の魅力、日本茶の素晴らしさを感じていただくことも大切と考えられた。

(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：

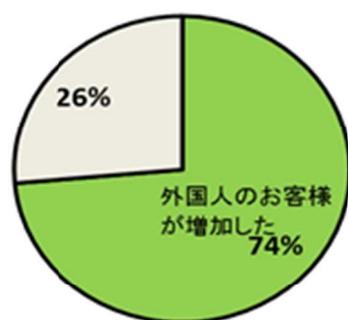


図 1 小売茶店における外国人客の増加の割合 (n=79)

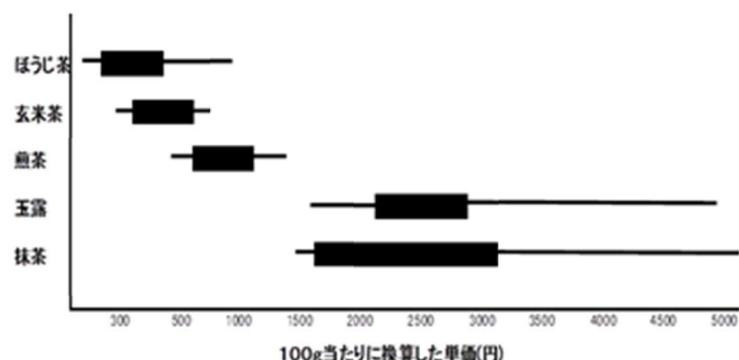


図 2 小売茶店で購入される茶種と金額

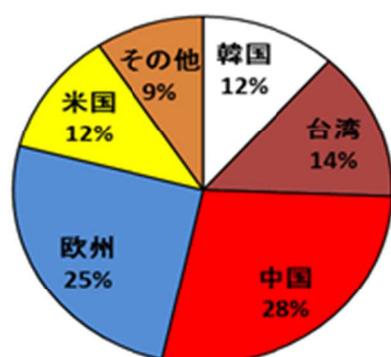


図 3 外国人の国別割合 (n=43)

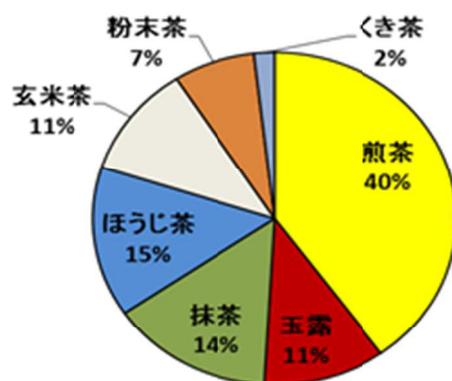


図 4 外国人の購入する茶種 (n=77)

表 1 主要空港国際線の利用客数と茶関係店舗数、商品点数

	成田国際空港 第2ターミナル (本館)	羽田空港 国 際線	関西空港 第 1ターミナル	福岡空港 第 国際線	富士山静岡 岡空港 (国際線)	鹿児島空 港 国際線
国際線乗降者数(平20)	26,932,949	10,593,059	12,913,927	3,467,151	204,130	128,086
ターミナル内の店舗数	69	23	55	9	1	1
お茶の販売店舗数	6	4	4	4	1	1
お茶の販売アイテム数	149	43	116	19	146	3

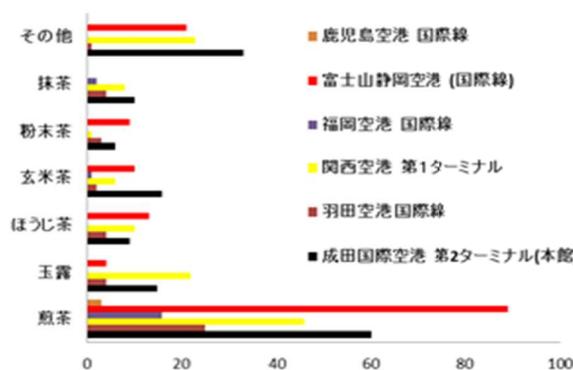


図 5 各空港における茶種ごとの販売点数

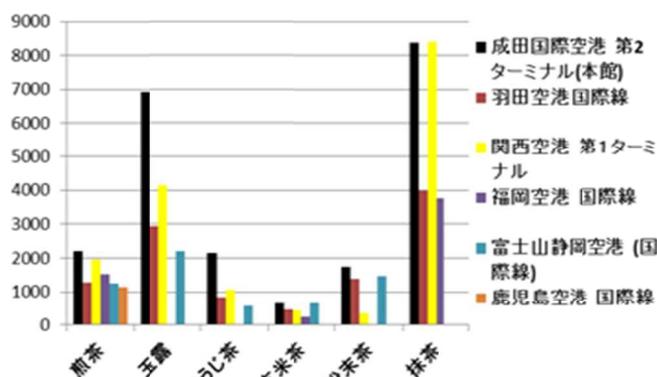


図 6 各空港における茶種ごとの 100g 当たり金額

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 茶の高付加価値化

① マイボトル中の緑茶成分の安定性

研究の目的：

近年、ペットボトルの緑茶が普及している中で、ステンレス製の保温ボトルに緑茶を入れて持ち歩く人が増加している。街中でもボトルに給茶してくれる店もある。このような傾向は、茶葉使用促進やエコの観点からも望ましいことである。しかし、時間経過とともにボトル中の緑茶の変色と風味の低下が進み、おいしくないと感じる人も多い。この原因として緑茶の酸化が考えられ、緑茶とステンレス内壁の接触が酸化を促進しているのではないかと考えられる。そこで、ステンレス内壁に非粘着コーティング等の保護膜を施したボトルを使い、ボトルに熱湯で抽出した緑茶を入れ、緑茶成分であるカテキン類の濃度変化を HPLC により測定した。

研究の手法：

実験に用いたボトル（和平フレイズ製 カルフレッドスリムマグ 0.2リットル）は未処理のものを含めて以下の5種類で、静岡県工業技術研究所富士工業技術支援センターが開発した非粘着性コーティング（商品名：TFコート）技術を利用して支援センターで作成したものである。ポリシラザン塗布によるシリカ膜は、内壁に直接お茶と接触しないための中間層として利用した。

1. ポリシラザン（シリカ）膜＋TFコート
2. ポリシラザン（シリカ）膜＋親水化処理
3. （ステンレス内壁に）直接TFコート
4. ポリシラザン（シリカ）膜
5. 未処理 コントロール

ボトルに入れた緑茶中のカテキン類（EGC、EC、EGCg、ECg）は、クーロアレイにより分析定量した。

研究成果：

Fig.1に示すように、EGCとEGCgについては、未処理のものよりも中間層を設けたり、非粘着性コーティングしたボトルの方にわずかであるが、濃度の低下を抑制する効果が見られ、中間層を設けることの重要性が示唆された。ECとECgには差がまったく見られなかった。今後、さらなる改良を進め、時間がたってもおいしく飲めるボトルの作成をめざしたい。

謝辞：高木誠研究員（富士工業技術支援センター、ボトル作成）、臼井由美子氏（生体機能学研究室、クーロアレイ分析）に感謝いたします。

（担当：食品栄養科学部 下位香代子・保田倫子）

主要な成果：

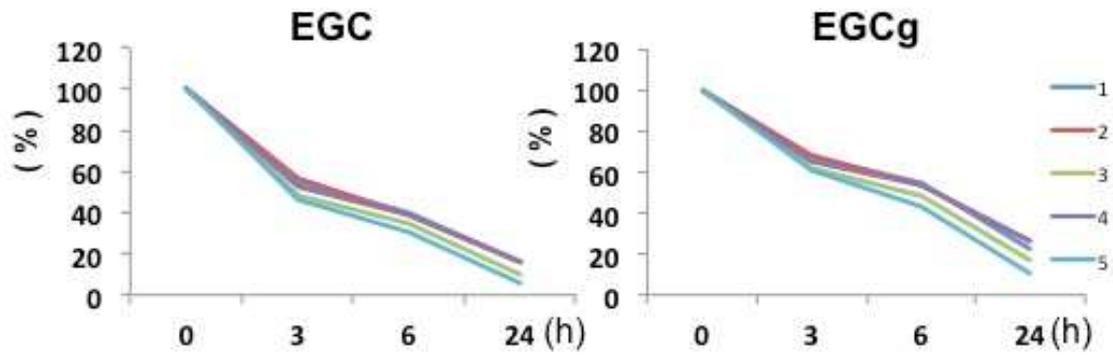


Fig.1 ボトル中のカテキン類濃度の経時変化

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 茶の高付加価値化

② 小区画多数茶農家における生産体制の強化

研究の目的：

国内の多くの茶産地でみられる小区画多数茶農家からなる生産条件地域において、高品質・低コスト生産を実現するためには、分散している茶園の気象状況や生育予測などの情報を活用した栽培管理や多数の茶園情報を一元的に把握し、集団的営農の全体を制御し、効率化することが必要である。そこで、ここでは個々の新技術のベースとなる一般栽培体系及び着手された新技術の生産体系を構築するためのデータ収集を行う。

研究の手法：

掛川地区における一般的な生産関係技術の原単位を可搬型体系と乗用型体系に分けて調査する。また、掛川茶市場における平成26年度と27年度の一・二番茶期の日々の流通量と市場価格を解析し、掛川中央茶業株式会社(静岡県掛川市上内田1362-2)を対象とし、2010年時の経営調査及び今後の茶業経営方向を基に、2014年度の個々の新技術のベースとなる一般栽培体系や資本装備状況などの調査を行う。

主な研究成果：

- 1) 一般栽培体系化における生産技術は、一番茶、二番茶、秋冬番茶(一部)の摘採とそれに伴う整枝作業。年8回の施肥、9回の防除がある。各々の労働時間は、乗用型の場合には、10a当たり摘採6.7時間、整枝4.3時間、施肥8時間、防除13.5時間であった(図1)。
- 2) 掛川茶市場における平成26年度と27年度の一・二番茶期の日々の流通量と市場価格は、平成26年度に比較し、27年度の収量は多いが価格は低かった(図2)。
- 3) 掛川中央茶業株式会社の規模別茶園面積生産者比率は、1ha以下が32.4%を占め、3.0ha以上は16.2%と少なかった(表1)。なお、収量性については、一番茶では規模の大小にかかわらず大きな違いが認められなかった(図3)。
- 4) 規模別の生産管理実態は、摘採期間は1ha以下が19日間、3.0ha以上が32日間、施肥は1ha以下が5.0回、3ha以上が5.8回、防除は、1ha以下が7.3回、3ha以上が7.4回であった(表3)。
- 5) 規模別の荒茶生産量は、いずれも一番茶で600kg/10a、二番茶では1ha以下が800kg/10a、1ha以上ではおおよそ900kg/10a程度であった。売上金額的には、規模に応じた収益性を示した(表4,5)。
- 6) 規模別荒茶収量及び金額は、平成26年度には一番茶期の前半部は規模に応じた金額になっていたが、27年度には2.0ha以上でその差異は小さかった(図4,5)。
- 7) 掛川中央茶業における荒茶工場としての合計金額の推移は、平成26年度には市場価格の中盤に最盛期を迎えたが、平成27年度は市場価格の高い前半部に最盛期があった(図6)。

今後の展望：

近年の茶価の低迷により、小区画多数茶農家の経営は悪化の一途をたどっている。打開するためには、低コスト、高品質生産を効率的に行う必要があり、今回収集したデータを利用し、その対策を講じる。

(担当：茶学総合研究センター センター長 中村順行)

表 1 生産規模別生産者比率(n=68)

生産者の生産規模別比率(n=68)			
規模	平均面積	筆当たり面積	生産者比率
	a	a	%
~1.0ha	44.4	7.7	32.4
1.0~2.0ha	139.1	9.5	26.5
2.0~3.0ha	245.3	12.0	25.0
3.0ha~	424.8	15.5	16.2

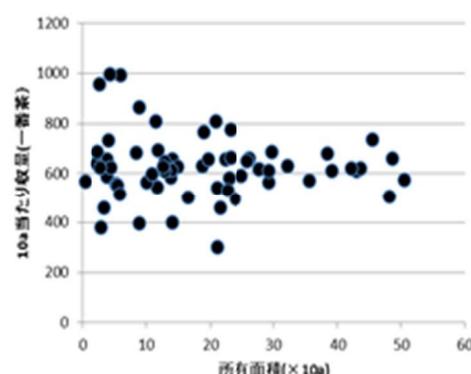


図 3 茶園所有面積別収量

表 2 規模別資本装備状況

面積区分	調査数	施肥深耕関係				防除関係			摘採整せん枝関係						構築物その他			
		深耕機	中耕機	浅耕機	肥料散布機	動力噴霧機	スプリンクラー	可搬型摘採機	乗用型摘採機(大型)	乗用型摘採機(小型)	浅番刈機	せん枝機	刈ナラシ機	浅刈り機	すそ刈機(片面)	すそ刈機(片面)	防霧ファン	被覆資材
1.0ha以下	7	0.14	0.29	0.71	0.29	1.00	0	1.14	0.00	0.00	0.14	1.00	0.86	0.29	0.71	0.86	40	0
1.0~2.0ha	12	0.33	0.00	0.92	0.92	1.08	0	0.92	0.08	0.50	0.17	1.08	1.00	0.58	1.25	0.33	87	3
2.0~3.0ha	9	0.56	0.22	1.11	0.89	1.11	11	1.11	0.22	0.67	0.44	1.00	1.89	0.78	1.33	0.56	145	15
3.0ha以上	5	0.80	0.40	1.20	1.00	1.00	26	0.80	0.40	0.80	0.00	0.60	1.00	0.20	1.60	0.40	303	14

表 3 規模別生産管理状況

	調査数	面積(ha)	筆数	生産管理実態		
				一番茶期	二番茶期	
摘採	1ha以下	19	0.46	7.7	4月27日~5月8日 平均10日間	6月14日~6月27日 平均9日間
	3ha以上	11	4.25	29.5	4月23日~5月12日 平均17日間	6月10日~6月29日 平均15日間
施肥	1ha以下	19	0.46	7.7	平均施肥回数 4.4回/年 (苦土石灰 0.6回/年)	施肥回数 2~7回
	3ha以上	11	4.25	29.5	平均施肥回数 5.0回/年 (苦土石灰 0.8回/年)	施肥回数 3~6回
防除	1ha以下	19	0.46	7.7	平均防除回数 7.3回/年 3~11回	平均薬剤数 12.8薬剤 4~21薬剤
	3ha以上	11	4.25	29.5	平均防除回数 7.4回/年 5~10回	平均薬剤数 15.5薬剤 11~22薬剤

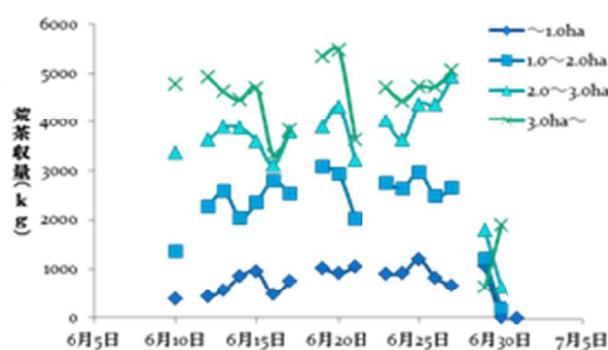
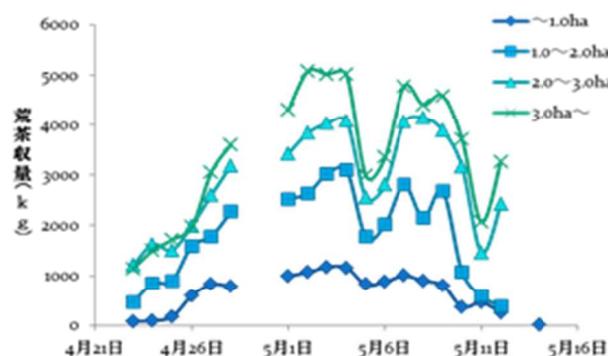
表 4 規模別一戸当たり荒茶生産量と収益(n=62~76)

		~1.0ha				1.0~2.0ha				2.0~3.0ha				3.0ha~			
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
収量	一番茶	平26	623	1813	3060	3620											
		平27	637	1819	3107	3574											
	二番茶	平26	649	2288	3553	4192											
		平27	693	2290	3809	4648											
収益	一番茶	平26	1,735,346	5,273,940	8,799,361	10,158,883											
		平27	1,835,741	5,554,584	9,448,411	11,505,257											
	二番茶	平26	382,910	1,392,812	2,172,810	4,012,210											
		平27	367,540	1,198,753	2,008,193	2,452,841											

表 5 生産規模別 10a 当たり収量性

規模別面積	一番茶		二番茶	
	ha	kg/10a	kg/10a	kg/10a
~1.0ha		626 ± 135		798 ± 260
1.0~2.0ha		631 ± 84		921 ± 178
2.0~3.0ha		612 ± 101		924 ± 227
3.0ha~		651 ± 48		866 ± 137

平成26年度



平成27年度

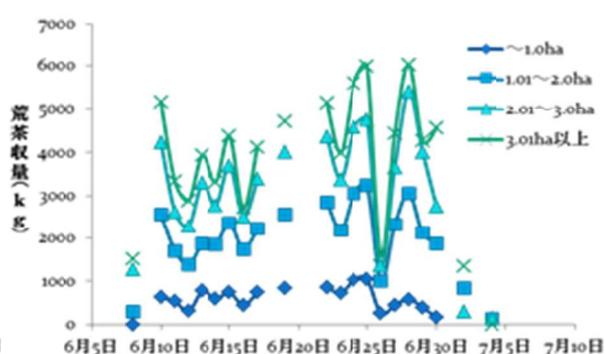
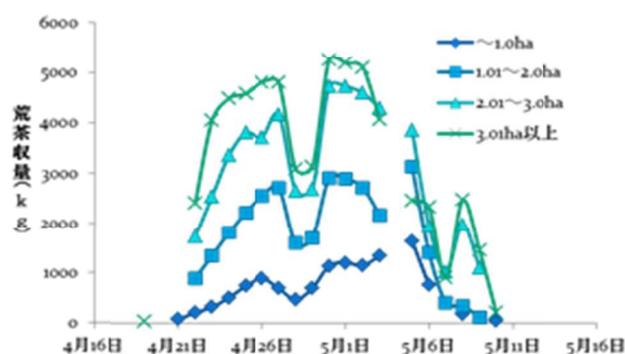
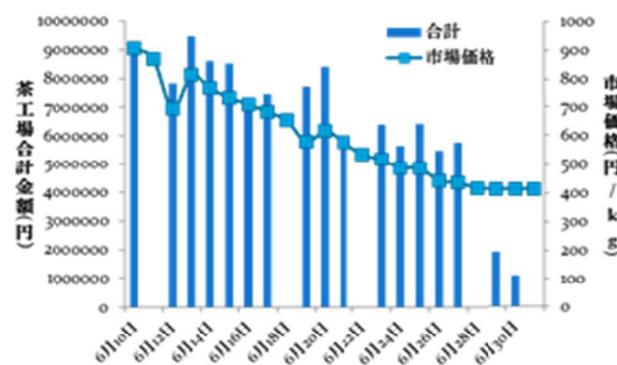
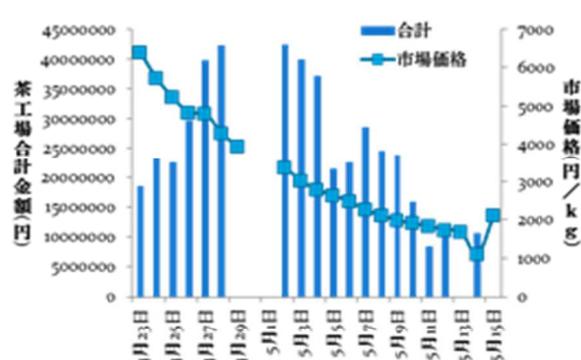


図4 規模別荒茶収量の推移

平成26年度



平成27年度

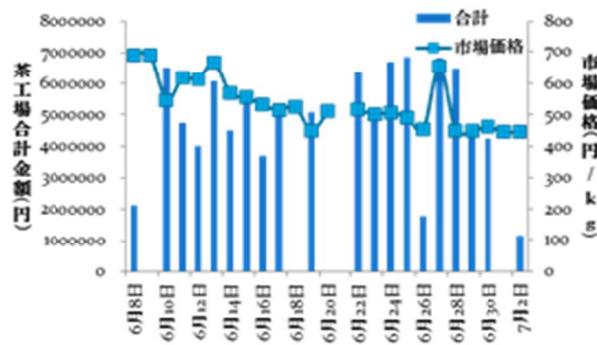
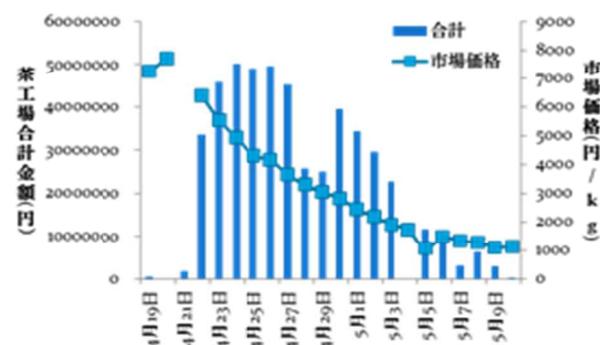


図5 実証茶工場における売上金額の推移

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 茶の高付加価値化

③ 新技術を組み合わせた生産体系のモデル化

研究の目的：

国内の多くの茶産地でみられる小区画多数茶農家からなる生産条件地域において、高品質・低コスト生産を実現するためには、分散している茶園から多数の茶園情報を一元的に把握し、集団的営農の全体を制御し、効率化することが必要である。そこで、ここでは新技術を組み合わせた生産体系のモデル化を行うとともに、一般栽培体系と比較することによりその優位性を明らかにする。

研究の手法：

掛川地区における一般的な生産関係技術の原単位と本試験で得た新技術の生産体系を組み込んだ生産のモデル化を行い、一般栽培体系との優位性を把握した。また、実証事業地では後継者のいない生産者も多く新技術を組み込んだ将来方向についての提案も必要であるため、そのモデルを提示する。

主な研究成果：

- 1) 新技術導入による労働時間の短縮や経費は大幅な改善が見られた。防除には IPM 体系、施肥に局所施肥技術が実証され、一般栽培体系などと比較した結果、防除回数では 1～3 回、施肥回数では 4～6 回の大幅な削減効果が認められ、その優位性が明らかとなった(表 1)。
- 2) それらの技術を組み込んだ原単位は、一般栽培体系に比較して施肥や防除で約 30%、防除で 70%と削減可能であった(図 1)。
- 3) また、全体的にも局所施肥、IPM 技術は低コスト生産に寄与し、白葉茶生産技術は高付加価値化に大きく寄与する技術であった。
- 4) 2010 年から 2014 年の 4 年間ににおける後継者の有無による茶園面積の増減は、概して後継者のある生産者で増反する傾向が高く、小規模で後継者のいない生産者で減反割合が高かった。後継者の有無で平均した場合、後継者ありでは 19a の増反、後継者なしでは 33a の減反であった(図 2)。後継者なしの生産者比率は 74%と高かった(表 2)。

今後の展望：

掛川中央茶業株式会社の生産者は、高齢化するとともに後継者の有無により生産体系などが二極化する方向にあるため、株式会社としての優良園地や担い手の確保も含め、今後の方向に向けた明確な経営方針が望まれる。

その一つとして、株式会社は生産を中止する生産者の保有する茶園や小規模生産者の茶園などの適正管理を行うための生葉生産組合などの設立も検討し、量の確保と品質の向上を目指す必要性がある。

また、資本装備状況調査から、生産規模の大小に拘わらず同様な資本装備を保有していることは、経営状況を悪化させることにもつながるため、各種装備の損益分岐点や費用対効果などを今後検討する必要がある。

(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 一般栽培と新技術導入後の実証試験における経営評価

	設備・機械初期投資費用		労働時間(回数)/10a		肥料・農業代/10a		収量・品質への関与	評価	備考
	一般栽培	実証試験	一般栽培	実証試験	一般栽培	実証試験			
局所施肥技術	677,534円	900,000～1,300,000円	17.0時間(8回)	2.5～3.0時間(2回)	75,106円(8回)	45,00～75,000円	品質向上	コスト低減	局所施肥+芽出し肥
点滴灌水同時施肥技術	677,534円	198,797円	17.0時間(8回)	3時間	75,106円(8回)	55,634円	収量性向上	生産安定	
IPM技術	180,000円	180,000円	13.5時間(9回,15剤)	9.25時間(7回,12剤)	53,180円	39,488円	同等	コスト低減	散布回数及び薬剤数の減少。ハマキコンの使用、プルードは1回/2年
白葉茶生産技術	かぶせ茶一重	596,419円	4.5時間	黒三重	(収益)	黒三重	品質向上	高付加価値化	一般栽培としてかぶせ茶を対照
	銀一重	207,619円		12.7時間	360000円	1,071,429円			
	銀一重	630,115円		4.9時間	1,071,429円				

※一般栽培の技術原単位は、掛川地区における資本設備や作業別、次期別作業時間を参考として算出した。
 ※局所施肥・点滴灌水技術における一般栽培：深耕機、自走式肥料散布機、中耕機の所有。
 ※点滴灌水同時施肥技術における実証試験における施設導入費用はタイマーや液肥濃度調節機能の有無により費用が異なる。
 ※IPM技術における一般栽培：動力噴霧機の所有。

図 1 新技術導入後の生産関係技術原単位のモデル化

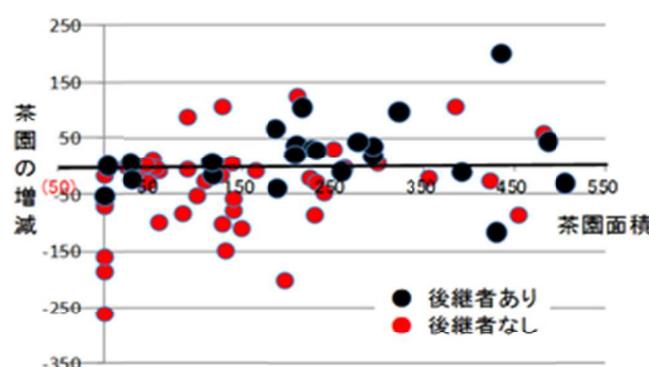
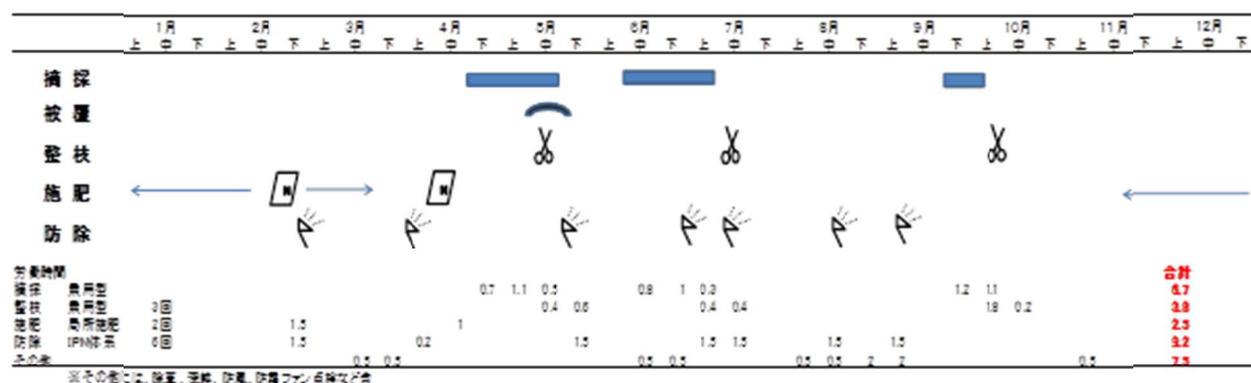


図 2 後継者の有無による茶園面積の増減 (2010年から2014年の比較)

表 2 後継者の有無による茶園の増減

	茶園平均面積a	増減面積a
後継者あり	238	19
後継者なし	138	-33

課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 茶の高付加価値化

④ 茶のカテキン類異性体を特異的に生産するフラバノール還元酵素群の解析

研究の目的：

静岡県は茶葉生産量日本一を誇り、煎茶として品質が良い品種「やぶきた」がその9割を占める。カテキン類に代表されるフラバン-3-オール（フラバノール）は、チャの主たる機能性成分であるが、この生合成経路に介在する酵素に関して知見は乏しい。その原因として、栽培チャのゲノムが大きく（約4 G塩基対）、ヘテロ接合であるため、その解析が他の栽培植物に対して後塵を拝していることが一因である。本研究グループは、品種「やぶきた」葉からRNAを調製し、平均鎖460塩基の473,599リード（世界最多）を達成し、49,256のコンティグ（網羅率98%）から構成される発現遺伝子（EST）データベースを構築した。これを活用し、カテキン類合成の鍵酵素であるフラバノール還元酵素群を解析した。

研究の手法：

「やぶきた」チャESTのkeyword searchやBLAST searchにより、カテキン類合成系の酵素遺伝子と相同性を有するコンティグを検索し、これらをデータベース公開配列と合わせてClasta1W解析に供した。一番茶葉からRNeasy Mini Kit (Qiagen)によりRNAを抽出し、DNase処理後、そのcDNAを合成した。

次に、上記検索した未報告cDNAをPCR増幅し、In-Fusion HD Cloning Kit (Clontech)にてベクターpCold I (Takara)にクローニングした。DNA塩基配列を確認後、大腸菌Rosetta DE3 (Novagen)に導入し、タンパク質をIPTGで誘導させた。Dynabeads His-Tag Isolation & Pulldown (Novax)で精製後、基質と共に酵素反応を行い、産物をUPLC-TOF-MS (Waters)で分析した。

主な研究成果：

- 1) カテキン類合成の酵素遺伝子と相同性を有する「やぶきた」茶ESTとして、既報配列と異なるものが6種（EST2084、EST3443、EST3680、EST6413、EST19257、EST23351）見いだされた。EST3443、EST3680、EST19257は公開データベース登録タンパク質と95%以上の相同性を示したので、還元酵素活性を有すると考えられた。
- 2) pCold Iを用いた発現系では、タンパク質は不溶化となった。一方、pMAL-c5X発現系では、タンパク質は可溶性画分に見いだされた。大腸菌発現産物をSDS-PAGEに供した結果、予想される分子量のタンパク質が検出されたため、目的タンパク質の合成に成功したと判断した。
- 3) C-18カラムにより、カテキンとその異性体であるエピカテキンは分離できるが、鏡像異性体間の分離は困難であった。CHIRALPAK AD-H (Daicel)を装着したACQUITY UPLC H-Classシステムを用い、カテキン類異性体標品が分離する条件を見いだした。

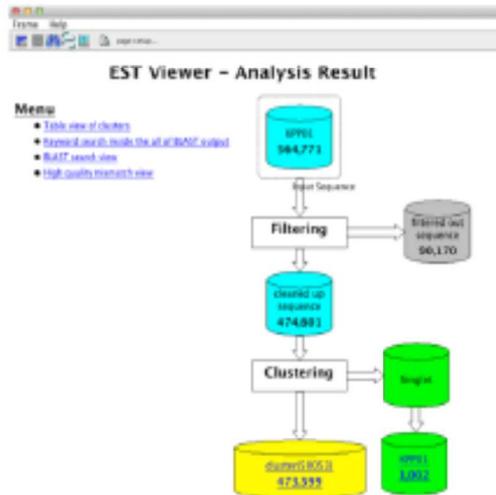
今後の展望：

本研究で生産したフラバノール還元酵素群を用い、製茶工程におけるカテキン類の質的なデザイン化を目指し、基礎的知見を蓄積したい。

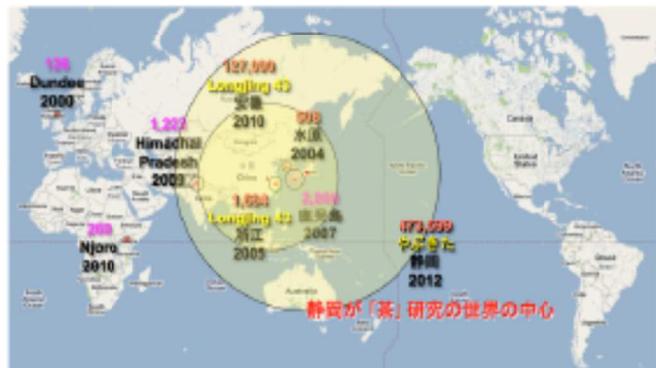
(担当：食品栄養環境科学研究所 教授 小林裕和)

主要な成果：

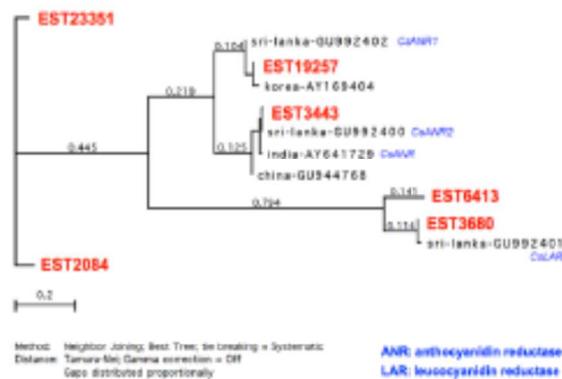
独自に構築した「やぶきた」葉発現遺伝子 EST データベース



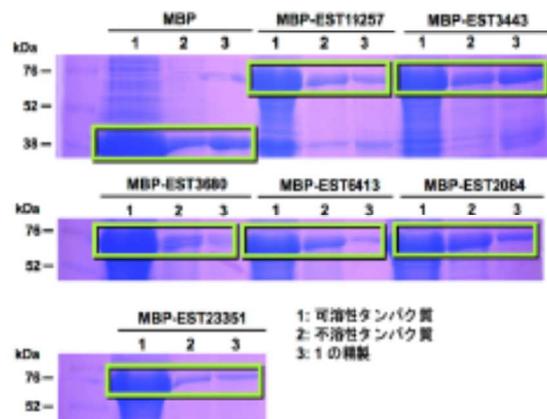
解析されたチャのDNAマーカーおよび発現遺伝子 (EST) 数 [チャゲノム: 4×10^9 塩基対, 15 連鎖 (染色体)]



チャのフラバノール還元酵素の系統樹

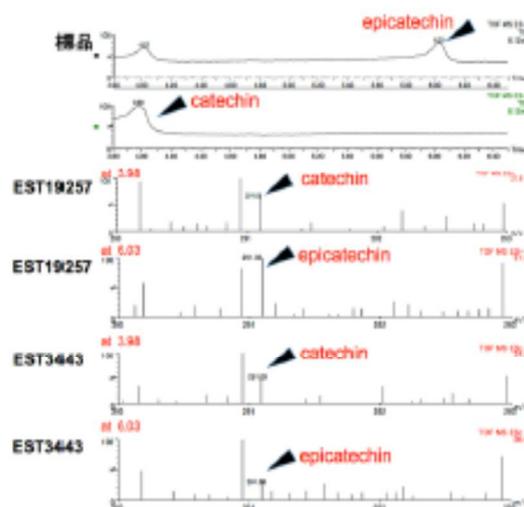


MBP 融合タンパク質の精製 (amylose resin)

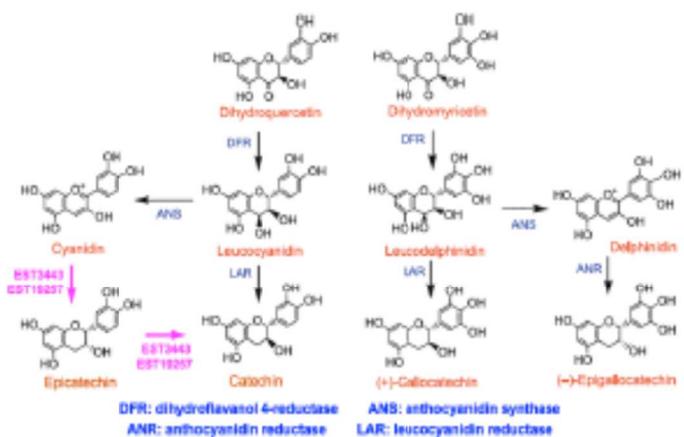


全可溶性タンパク質の合成・精製に成功

In Vitro 酵素生成産物 (C-18カラム)



茶葉におけるフラバノール生合成経路 — 本研究で解明した酵素反応



課題名：

(4) 茶の高付加価値化とマーケティング

2) 茶の高付加価値化

⑤ 茶の新規有効利用に関する研究 -花のハチミツ採取-

研究の目的：

静岡県の特産物である緑茶の効用については世界に広く知られ、多くの研究結果が報告されているが、花に関する研究はあまり多くない。近年、茶花の研究も進められ、その有効性が注目されている。しかしながら、茶の花の蜜の存在はあまり知られておらず、そのハチミツも流通していない。そこで本研究は、茶の花のハチミツの採取を試みるとともに、新しい茶の有効利用を検討した。

研究の手法

採蜜は、西洋ミツバチを用いて9月下旬から11月上旬まで、静岡市内の茶園で行った。養蜂は、日本養蜂協会の手順に従い行った。2週間ごとに巣穴からピペットでハチミツを採取し分析用とした。

また、水耕栽培による茶の花の蜜を採取し、比較対象のサンプルとした。

成分の分析には、高速液体クロマトグラフィー（逆相カラム、TCI Dual ODS-CX15、4.6mmI.D×150mm、TOSO製）を用いた。移動相には5%CH₃CN / 0.1% H₃PO₄を用い、流速は1 mL/minで、テアニンは210nm、カフェイン、カテキン類は280nmで測定した。

主な研究成果

- 1) 茶の花の蜜にカテキンは含まれていなかったが、テアニンとカフェインが含まれていた。このカフェイン濃度はミツバチの記憶を向上させる至適濃度であったことから、ミツバチは茶の花を記憶し蜜を集める可能性の高いことが示唆された。
- 2) 茶園で採蜜したハチミツにもカテキンは含まれていなかったが、テアニンとカフェインが含まれていた。花の蜜と花の蜜から採られたハチミツに茶特有のテアニンが含まれていたことから、採取されたハチミツは茶の花の蜜由来であることが証明された。
- 3) 茶の花のハチミツは採取可能であり新しい茶の有効利用法になることが確認された。

今後の展望

付加価値が高い茶の花のハチミツをより多く採蜜できるような技術を開発すると共に、生体機能性の検討や新たな商品の開発を目指す。

(担当:食品栄養科学部 助教 斎藤貴江子)

主要な成果：

一花の蜜(nectar)の採蜜

花を構成する要素

- 1 花柄(花脚)
- 2 萼筒(花筒)
- 3 萼片(びく片)
- 4 花びら(花弁)
- 5 **蜜室**
- 6 雄しべ(雄蕊)
- 7 雌しべ(雌蕊)

一つの茶花から 5~20 μ l 採蜜できた。

茶花の蜜の分析

人工気象器で養液栽培した茶樹の花を用いた。

つぼみ → 開花 → 開花4日目の蜜を採取

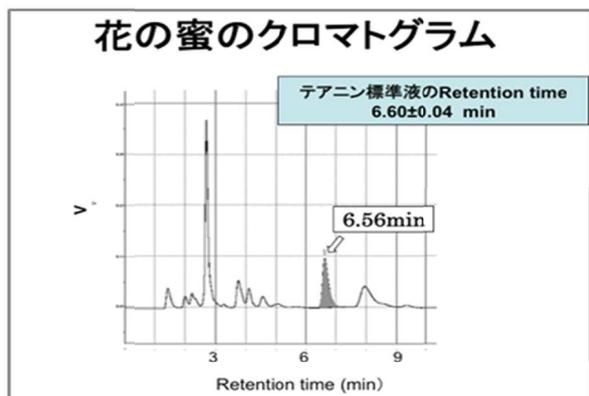
茶花のハチミツ採取(採蜜)

9月下旬から11月上旬まで、静岡県内の放置茶園が混在している茶園3ヶ所に、複数個の巣箱を設置した。

巣箱を設置した茶園 巣箱 蜂防護服

巣箱を設置した環境

放置茶園 茶の花



茶花のハチミツ採取(採蜜)

2週間ごとに、ピペットを用いて、丁寧に巣穴から蜜を採取し試料とした。

採取した茶の花のハチミツ

ピペットで採取

糖分の結晶

A地点 11月上旬 A地点 10月下旬 B地点 10月下旬 4℃保存

