平成 30 年度 研究概要

- (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:

緑茶にはがん、肥満、糖尿病、炎症、神経変性疾患などいろいろな病気に対する予防、治療効果があることが示されてきた。これらの保健効果には、主に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、最新の知見を得るために文献調査を行った。

主な研究成果:

1)カテキンとタンパク質との結合

EGCGの作用機序に関しては活性酸素の消去作用、生成促進作用をはじめ、数多くの機序が報告されてきた。EGCGとタンパク質の結合もそのひとつであり、その解析にはアフィニティーゲルを用いるクロマトグラフィー/プルダウン(AGC/PD)、表面プラズモン共鳴、コンピュータ分子ドッキング解析(CMDA)、X線結晶解析(XCA)など様々な手法が用いられてきた。

EGCG-アガロースゲルを用いたAGC/PDによりEGCGとの結合が明らかにされたものは、フィブロネクチン、マトリックスメタロプロテアーゼ (MMP-2、MMP-9)、ビメンチン、HSP90、GRP78、IGF1R、ZAP70、G3BP1、PIN1、TRAF6などである。これらのうち、MMP-2、MMP-9、HSP90、GRP78、IGF1R、ZAP70、TRAF6については、CMDAにより、またPIN1についてはXCAにより、その結合が確かめられている。

AGCによりEGCGやエピカテキンガレートはガレート基を持たないカテキンに比べてMMP-2、MMP-9の阻害活性が格段に強いことが示されていたが、CMDAにより、これらは酵素タンパク質のアミノ酸残基とより多くの水素結合、疎水性結合などとの相互作用をすることにより、強い酵素阻害活性を現すことがわかった。MMP-2、MMP-9は、がんの浸潤、転移に深く関わっているので、緑茶カテキンの抗がん作用のメカニズムのひとつが明らかになった。またGRP78などでは酵素活性部位付近に結合することが活性阻害のメカニズムであることがわかった。また、EGCGが結合することにより、タンパク質の立体構造が変化し、神経変性疾患に関わるタンパク質の溶解度や他のリガンドとの結合に変化を誘導して神経変性疾患予防にEGCGが働く機構も明らかになった。

これらの成果は、Saeki K, Hayakawa S, Nakano S, Ito S, Oishi Y, Suzuki Y, Isemura M. In Vitro and In Silico Studies of the Molecular Interactions of Epigallocatechin-3-0-gallate (EGCG) with Proteins That Explain the Health Benefits of Green Tea. Molecules. 2018 May 28;23(6). pii: E1295.で発表した。

2)カテキンとタンパク質との相互作用

上述の結果は、EGCG-タンパク質相互作用のCMDAやXCAは、新薬開発の有効な手段となることを示唆し、同様の解析方法の参考となると考えれられる。がん、メタボ、感染症、免疫系疾患、などにおける関連タンパク質とカテキン類との相互作用のCMDAを調べた結果、これらの疾患と関連するタンパク質とカテキン類やポリフェノール類などの化合物との相互作用が数多く報告されていることがわかった。例えば、がん関連では、トリプシン、STAT3、PKC、CDK4などである。

感染症に関しては、肺感染症の発症原因や疾患進展に関係するpneumolysin(Ply)とsortase A (SrtA)と EGCG の結合には、Ply の Ser256、Glu277、 Tyr358、 Arg359、および SetA の Thr169、Lys171、Phe239 が関与し(図 1)、これらの結合により溶血・細胞溶解阻害、酵素活性阻害が起こり、肺感染症が阻害されるというメカニズムが明らかになった。

さらに、カテキン類とタンパク質の結合の XCA と NMR による解析では、表 1 で示されるように、種々のカテキンとタンパク質の関与アミノ酸との相互作用が明らかになった。

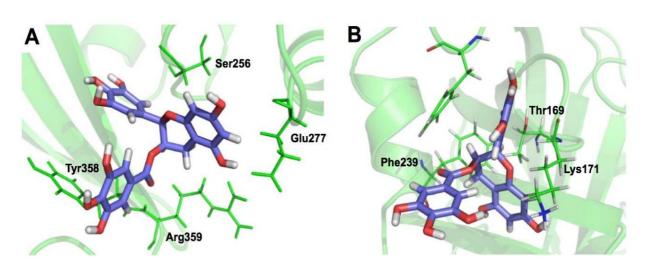


図1 EGCGとPly(左) およびSrtAの結合 (右): Song M, Teng Z, Li M, Niu X, Wang J, Deng X. Epigallocatechin gallate inhibits Streptococcus pneumoniae virulence by simultaneously targeting pneumolysin and sortase A. J Cell Mol Med. 2017 Oct;21(10):2586-2598. The Creative Commons Attribution License (CC BY)により引用。

これらの結果は、Nakano S, Megro SI, Hase T, Suzuki T, Isemura M, Nakamura Y, Ito S. Computational Molecular Docking and X-ray Crystallographic Studies of Catechins in New Drug Design Strategies. Molecules. 2018 Aug 13;23(8).pii: E2020.で発表した。

表 1 カテキン類と種々タンパク質との結合特性

タンパク質	結合 部位 数	結合物	解像度	水素 結合 数	結合関与アミノ酸・結合水
Ara h 8	1	エピカテ キン	2.0	7	Thr30(s), Tyr82(s), 4 waters
Leucoantho- cyanidin reductase	1	(+)-カテ キン	2.3	11	His122(m), Tyr137(s), Ile171(m), Gly93(m), Glu94(s), 5 waters
PR-10 Fra a 1E	1	(+)-カテ キン	3. 1	1	Asp154(s)
PR-10 Fra a 3	1	(+)-カテ キン	3.0	5	His70(s), 4 waters
Glutamate dehydrogenase	1	エピガロ カテキン	3.6	4	Val120(m), Arg396(s), Arg459(s), Arg491(s)
Lipoxygenase-3	1	エピガロ カテキン	2. 1	4	Gln716(s), 2 waters
Troponin C	1	EGCG	_	0	
Transthyretin				5	Asp18(s), Va120(m), 5 waters
mutant V30M	2	EGCG	1.7	7	Val32(m), Trp41(m), Ser46(s), Glu72(s), 3 waters
				4	Arg17(m,s), 2 waters,
Pin1	2	EGCG	1.9	5	Arg60(s), Trp73(m), Asp112(m), Ser114(m), Water
PA endonuclease	1	EGCG	2.6	12	Glu26(s), Glu80(s), Asp108(s), Glu119(s), Ile120(m), Val122(m), Lys134(s), Tyr130(s), water

3) カテキンと神経変性疾患

茶の認知症予防効果の疫学研究例では、表 2 のように11件の研究中の7件の研究で、茶の有用効果が認められていることがわかった。

表 2 茶の摂取の認知機能に対する効果を調べた疫学調査研究例

	筆頭著者	(発表年)	有用性の有無
1	Kuriyama, S.	(2006)	あり
2	Ng, T. P.	(2008)	あり
3	Nurk, E.	(2009)	あり
4	Huang, C.Q.	(2009)	あり
5	Corley, J.	(2010)	なし
6	Feng, L.	(2010)	あり
7	Feng, L.	(2012)	あり
8	Wu, M.S.	(2011)	なし
9	Noguchi-Shino	ohara, M.	あり
	(2014)	(, ,
10	Wang, G.	(2014)	なし
11	Mashal, R.H.	(2013)	なし

疫学調査研究の問題として、茶飲用量・濃度、喫煙、飲酒、遺伝的、環境的背景などがあり、必ずしも一致した研究結果とはなっていない。茶カテキンの結合標的となるタンパク質には、A β タンパク質や α -synuclein などがあり、CMDA はこれらのカテキン類との結合特性を明らかにし、これらのタンパク質の蓄積機序を解析するうえで重要な手段となっていることがわかった。

これらの成果は Pervin M, Unno K, Ohishi T, Tanabe H, Miyoshi N, Nakamura Y. Beneficial Effects of Green Tea Catechins on Neurodegenerative Diseases. Molecules. 2018 May 29;23(6).pii: E1297.で発表した。

今後の展望:

茶の機能性をより強く発揮するためには、茶飲用量・濃度、喫煙、飲酒、遺伝的、環境的背景などとの関連を詳細に評価する必要がある。

(担当:茶学総合研究センター 伊勢村護、モニラ パービン、海野けい子、中村順行)

- (1) 緑茶の機能性及び疫学に関する研究
 - 2) 抹茶のストレス軽減効果:動物実験ならびに臨床研究による検証

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、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、ストレス対策の重要性が指摘されている。抹茶には優れたストレス軽減効果を示すテアニンが豊富に含まれていることから、ストレスに対する作用が期待されているが、実際にストレスを軽減できるかどうかはこれまで明らかとはなっていない。また抹茶にはカフェインも多く、カフェインはテアニンの作用を減弱させてしまう作用があることが見出されている。そこで抹茶のストレス軽減効果を明らかにするため、様々な抹茶サンプルについて実験動物を用い、抹茶成分とストレス軽減効果との関連を検討した。この結果を基にストレス軽減効果が期待されるテスト抹茶と、期待されないプラセボ抹茶について臨床研究を行い、実際のヒトでの効果を検証した。更に国内及び海外で市販されている種々の抹茶について、ストレス軽減効果が期待されるかどうか推測した。

研究の手法:

- 1) テアニン含量が異なる 7 種類の抹茶を選択し、マウスを用いてストレス軽減効果を評価した。 また、テアニン+アルギニンに対するカフェイン+エピガロカテキンガレート(EGCG)のモル比 (CE/TA比) と、ストレス軽減効果との関連を調べた。
- 2) 20 代の参加者に毎日抹茶 3 g を水に懸濁して飲んでいただき、唾液アミラーゼ活性(sAA)の変化ならびに不安感を示す STAI 値をストレスの指標として評価した。
- 3) 国内外で市販される抹茶について CE/TA 比を求め、それらのストレス軽減効果を推察した。

主な研究成果:

- 1) ストレスを負荷したマウスでは副腎が有意に肥大するが、抹茶中のテアニンが多いほど肥大が抑制された。抹茶中のカフェイン及び EGCG はテアニンの作用を抑制するが、アルギニンはテアニンと協同的に作用することから、各抹茶の CE/TA 比を求めて比較した結果、CE/TA 比が 2 以下であれば、ストレス軽減効果が期待できることが見出された。
- 2) ストレス軽減効果が期待できるテスト抹茶 (CE/TA 比 1.8) と、期待できないプラセボ抹茶 (CE/TA 比 10.8) を用い臨床研究を行なった結果、テスト抹茶群では sAA ならびに STAI 値 においてストレス軽減効果が認められたが、プラセボ群では認められなかった。
- 3) 国内外で市販されている抹茶について CE/TA 比を基にストレス軽減効果を推測した結果、国内の抹茶では 76 銘柄中 32 銘柄はストレス軽減効果が期待できると考えられた。一方海外で市販されている抹茶では 67 銘柄中 1 銘柄しか該当するものがなかった。

以上より、テアニン・アルギニンに対するカフェイン及び EGCG の割合を示す CE/TA 比を調べることにより、様々な抹茶のストレス軽減効果を予測できることが明らかとなった。この成果は下記の雑誌に掲載された。

Unno K, Furushima D, Hamamoto S, Iguchi K, Yamada H, Morita A, Horie H, Nakamura Y., Nutrients. 2018, 10, 1468.

今後の展望:

本研究成果は、優れた機能性を有する抹茶の生産へとつながることが期待される。

(担当:海野けい子、中村順行)

Stress-Reducing Function of Matcha Green Tea



Keiko Unno, Yoriyuki Nakamura: University of Shizuoka, Shizuoka 422-8526, Japan

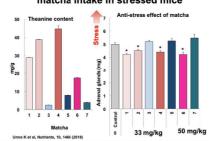
University of Shizuoka

Matcha is a fine-powdered green tea that is prepared from tea leaves protected from sunlight. Matcha is essentially the best-grade green tea rich in theanine and caffeine, but with a low content of catechin compared with popular green tea. Matcha is expected to have a stress-reducing effect due to its high theanine content, although this has not been scientifically proven. The stress-reducing effect of matcha was evaluated in an animal (mouse) experiment and clinical trial.



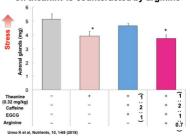
Study design of animal experiment Cive a powder diet containing match or tea components to leach mouse Single rearing for 6 days 1 day Measurement of body and adrenal glands weights 1 day

Suppression of adrenal hypertrophy by matcha intake in stressed mice



| Molar ratios in matcha samples | Anth-Stress | Mark Stress | Mark Str

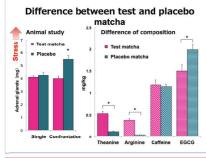
Suppressive effects of caffeine and EGCG on theanine is counteracted by arginine



	101 10101 101	100 10 10 100
Protocol	of clinic	al trial

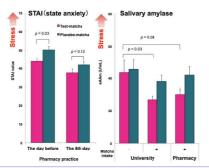
Practice		Univ	Pharmacy					
Days	3	3-10	7		10 7 8		8	
Matcha intake	(-)	(-)	+		+			
sAAm	+	(-)	+		+			
STAI	(-)	(-)	(-) +		(-)	+		

sAAm: salivary α-amylase activity in the morning STAI: state-trait anxiety inventory.





Stress-reducing effect of matcha: a clinical study

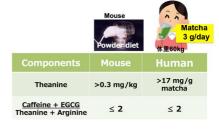


Measurement of salivary amylase as a marker of stress

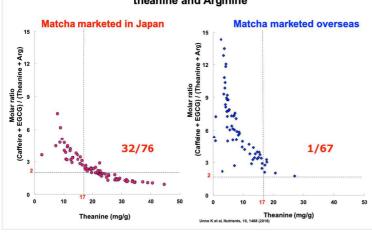


o Established

Components quantites and their ratio for which a stress-reducing effect is expected



The amount of theanine and the molar ratio of caffeine and EGCG to theanine and Arginine





Conclusion

- To predict mental function of each matcha, both the quantity of theanine and the ratios of caffeine, EGCG, and arginine against theanine need to be verified.
- 2. As a result of assessment of the stress-reducing effect of matcha, 42% of matcha samples marketed in Japan, and only one sample marketed abroad, were expected to have a stress-reducing effect.

When using matcha samples to study mental function, a quality check is critical.

- (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、8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) 特に、茶葉の需要低迷の打開策として茶の実の利用や食品素材としてのお茶の利用など多方面での茶の利用も求める要望も多くなってきた。
- 4) 静岡で開催される学会では、地域の特産品としてお茶が話題になりやすく、本年度も日本熱帯学会からの依頼を受け、熱帯地域における茶生産の現状と題する講演を行った。
- 5) お茶の健康については、茶業関係者のみならず、他県の茶業者、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。

表1 セミナーのタイトルと開催月

平30. 01	未来開拓セミナー
平30. 02	お茶の魅力再発見
平30.04	日本茶業の現状について
平30.06	茶の開花と結実
平30.06	熱帯地域における茶生産の現状
平30.09	食品素材としてのお茶
平30. 10	茶の成分と健康効果
平30. 11	ウエルビーイング お茶の健康効果

資料

静岡市における産官学による 茶産業発展ブロジェクト

これからの茶産業の発展を考えるために

日本茶業の現状について













- (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:

他国産のお茶に対して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、セミナーの種類によって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、6 回のセミナーを行った(表 1)。
- 2) そのなかには、静岡県と中国浙江省との文化交流会におけるセミナーも実施され「静岡県の 茶産業と文化」と題して講演した。
- 3) また、イギリスにおいては茶の化学と健康について「Japanese Green Tea~Chemistry and Health Science of Tea~」と題し、主に日本茶の淹れ方による化学成分量の違いとその健康効果を、アメリカでは高所得者を対象に他国産緑茶との違いを明確化するためにこれが本物の日本茶「This is a Real Japanese Green Tea」と題して日本茶の特性を講演した。
- 4) 8月には日本茶輸出協議会からの依頼を受け13カ国30名程度の茶の栽培と淹れ方の化学、日本茶の特質について外国人を対象に日本茶セミナーを開催した。

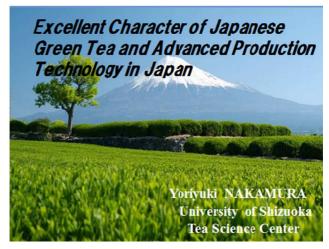
今後の展望:

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。

表1 セミナーの課題名

平30.03	Japanese Green Tea Chemistry and Health Science of Tea
平30.05	Mechanized Cultivation and Manufacturing in Japan
平30.08	Welcome to Shizuoka All about Japanese Green Tea
平30.08	Ecellent Character of Japanese Green Tea and Advanced Production Technology in Japan
平30.09	静岡県の茶産業と文化
平31. 01	This is a real Japanese Green Tea













- (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業、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252名であり、うち4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 90%強を占めていた (表 2)。
- 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) 受講生は自然科学と社会科学系の学生が混在しているため、化学記号などに拒否感を示す学生もいたり、受講生が多いためどうしても雑談が生じることもあり今後の課題である。
- 5) 講義は、茶に関して全般にわたるものであり、その道の専門家により行われる(表 1)ため、 非常に好評であり、茶の幅広い魅力を感じたり、何気なく飲んでいたお茶を見直すきっか けとなる学生も多く見られた。
- 6) 特に、お茶の淹れ方や茶の香りなどは試飲や実際に茶の香りをかいだりする実践があるため 大好評である。
- 7) 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。
- 8) 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。

表1 平成30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4日	中村 順行	ガイダンス、世界の茶の加工法
2	10月11日	太田 奈月	茶の香り
3	10月18日	中村 充 松島 章恵	茶の種類と美味しい淹れ方
4	10月25日	鈴木 康孝	茶の生産現場から ~多彩な品種と新しいお茶~
5	11月1日	岩崎 邦彦	茶のマーケティング
6	11月8日	中村 羊一郎	茶の歴史
7	11月15日	吉野 亜湖	茶の文化
8	11月22日	齋藤 貴江子	茶樹を特徴づける化学成分とその代謝
9	12月6日	伊勢村 護 モニラ パービン	茶の疫学的研究成果より ~ヒトへの貢献~
10	12月13日	時光 一郎	茶のカテキンを活かした最新の商品開発
11	12月20日	海野 けい子	茶の主要成分(テアニン、カフェイン)の生理機能
12	1月10日	佐野 満昭	茶の幅広い魅力と機能
13	1月17日	中村 順行	世界に広まる日本茶の現状と課題
14	1月24日	望月 辰彦	「茶の都 しずおか」づくり
15	1月31日	中村 順行	次世代に展開する茶の魅力

表2 平成30年度茶学入門 受講者数

	1年	2年	3年	4年	その他	
薬学部	44					
食品栄養科学部	32		1			
国際関係学部	46	12	3			
経営情報	51	6		1		
看護学部	48					
社会人聴講生					4	合計
合計	225	18	4	1	4	252





図 1 平成 30 年度 茶学入門講義風景など

- (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も開設する。

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実際に茶の芽の摘採や加工実習なども実施した。

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7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」の受講者には、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た。また、最終講義では外国人から見た日本茶とし「おちゃらか」のステファンダントン氏に講師を依頼した結果、好評を博した。
- 3) 毎年、恒例化となっている「静岡市お茶の学校」は社会人のための学校であるが、熱意も高い学生が多く講義後にもメールなどでの質問も多く、これに対応していくことも多く充実したものとなっている。
- 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。

表1 セミナーのタイトルと開催月

平30. 07	お茶の学校「茶の機能性」
平30.08	SSH事業「茶の抗酸化力」
平30. 10	茶の加工法
平30. 10	茶の香り その魅力と多様性
平30. 12	ふじのくに学 茶学概論
平30. 12	ふじのくに学 これからの日本茶
平31. 01	次世代に展開する茶の魅力











平成30年度 ふじのくに学(お茶) 総括 これからの日本茶



平成30年度 茶学入門 次世代に展開する茶の魅力



- (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実施していこうと考えている。

その一つとして、昨年度より大学内において「無料お茶カフェ」を開催し、世界中のお茶を 自由に楽しんでいただいている。

研究の手法:

学生の長期休暇以外の月に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。また、日本茶インストラクターの有志の方々のご協力もいただき美味しい日本茶の淹れ方に準じた呈茶も行う。

主な研究成果:

- 1) 昨年度は三回のお茶カフェを開催したが、本年は4月の「さくらのお茶」以降8回実施し、 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、開催予告などは大学の広報を通じ、毎回 H.P. などで公開している。
- 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) 5月、6月には新茶を愉しむために、各産地のお茶や各種の茶の種類を呈茶した結果、静岡 に住んでいながらこの季節のお茶を飲むのは初めてとの声もあり好評であった。
- 6) 夏には、冷茶をテーマとし、ペットボトルとの違いを感じていただいたり、秋には各種の品種茶、さらにはフレーバードティを愉しんでいただいた。
- 7) クリスマスを迎える 12 月には、花の開く「工芸茶」を、1 月には縁起物の「大福茶」を呈茶した。
- 8) 以上のように、季節ごとに様々なテーマで呈茶を行っているが、Café を愉しみにしてくれる学生も増加している一方、まだまだ多くの学生は無関心であるため、魅力的な Café にしていく工夫の必要性も感じている。

今後の展望:

今後もより多くの学生が茶に興味を持っていただけるよう工夫しながら、月1回の開催をめざし継続していきたいと考えている。



















- (3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明
 - 1) 抹茶の国内外における販売状況

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多いが、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、国内外で市販される抹茶の状況を明らかにする。

主な研究成果:

- 1) 国内外で市販されている抹茶は少なくとも日本、中国、台湾、韓国、ベトナムなどで生産され、茶道・飲用抹茶、甘味料入り抹茶、料理やお菓子等の加工用抹茶、抹茶入り玄米茶・煎茶のように様々な茶種に添加されたもの、さらには抹茶ラテや抹茶アイスなどの素材として多種多様な形で販売されている。
- 2) 価格的にも幅広い価格帯で販売され、国内では2,000~6,000円/100g程度の比率が高く、調査した348点の平均単価は5,333円/100gだった。海外では3,000円/100g以下の安価なものが多く、平均単価も3,972円/100g(n=217)だった(図1)。
- 3) 国内外のwebサイトでネット販売されている「Matcha」あるいは「抹茶」の掲出頻度上位50点では、アメリカやEU諸国では茶道・飲用抹茶の販売も多く、上位10点の100g当たりの平均価格は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(表1)。
- 4) 一方、台湾では抹茶に砂糖などの混合されたものが73%と多く、市販価格も上位10点でさえ 1,445円、下位10点では295円と低かった。また、いずれの国においても高価な抹茶から安価 なものが販売されているが、フランスでは高価格帯が多く、台湾では低価格帯のものが多い など国による大きな違いも見られた(表1、図2)。
- 5) 概して、国内外で市販されている高価格帯の抹茶は20~30gの缶入りのものが多く、低価格 帝のものはアルミ袋入りのものが多く、中国産や韓国産のものもある。さらに、低価格帯の 抹茶には粉末茶などの混合物や甘味料の添加されたものも数多くみられる。
- 6) 米国で販売されている高価格帯(5,000円以上/100g)のものと低価格帯(1,000円以下/100g)のもののトレンドサーチでは、高価格帯の抹茶では「Ceremonial、Japanese、Premium、Pure」などが、低価格帯では「Power、 Green、 Powder、USDA」が、重要なキーワードとして解析され、価格の違いによる商品への期待感の違いが明らかだった(図3)。
- 7) また、国内において販売されている抹茶でも高級抹茶と加工用抹茶の二種類に大きく分類された。高級抹茶は宇治や西尾の産地名や缶入り、有機栽培などが、加工用抹茶には食品、業務用、袋入りなどがキーワードとして上げられ、明らかに用途も別物と考えられた。

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。

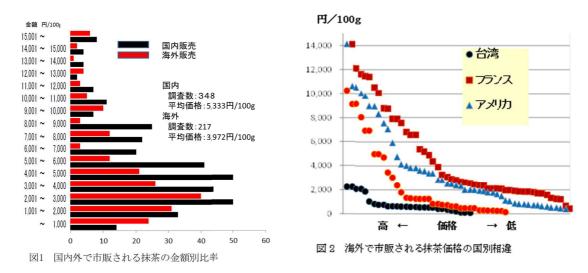


表1 各国のネットで市販されているMatchaあるいは抹茶の価格

	抹茶のみ		混合	混合抹茶		平均価格(円/100g)		
国名	点数	比率 (%)	点数	比率 (%)	全体	上位10点	下位10点	
イギリス	44	88.0	6	12.0	4,266	9,812	1,185	
アメリカ	44	88.0	6	12.0	3,636	9,586	609	
フランス	41	82.0	9	18.0	4,795	11,412	1,346	
ドイツ	45	90.0	5	10.0	4,459	10,808	1,050	
台湾	8	26.7	22	73.3	787	1,445	295	
シンガポール	32	84.2	6	15.8	2,532	6,850	362	
日本	34	77.3	10	22.7	2,042	5,330	304	

※ 各々の国のアマゾンネットで市販されているMatchaあるいは抹茶の掲出順位別50点(台湾、シンガポールは掲出されたもの全て)程度を調査対象とした。

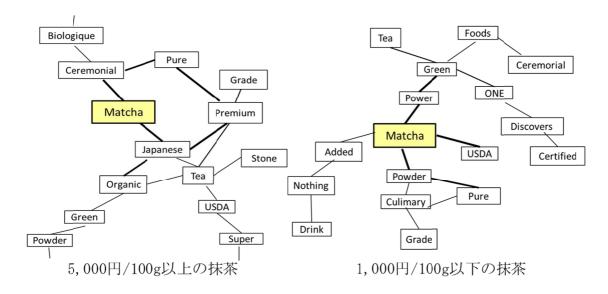


図3 米国で市販される抹茶のパッケージにみられるキーワード (※ パッケージに記載されている文章のトレンドサーチ解析、太線ほど関連性が高い)

- (3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明
 - 2) 国内外で市販され抹茶の粒度及び測色特性

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多いが、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及び測色特性について明らかにする。

研究の手法:

- 1) 日本産抹茶 76 点、および海外から購入した日本産抹茶 40 点、外国産抹茶 17 点の計 57 点の合計 133 点を供試し、その粒度及び測色特性を明らかにした。
- 2) 抹茶の粒度分布特性は HORIBA 製の Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950 を用い、測色値は、KONICA MINORUTA 製の分光測色計 CM-5 Spectrophotometer を用いて計測した。

主な研究成果:

- 1) 国内で購入した抹茶の 55%程度はタイプ A の山型であり、残りの 30%程度はタイプ B の裾広がり型であった。一方、海外で購入した抹茶では、日本産抹茶でさえタイプ A では 25%、タイプ D で 38% だった。また、外国産抹茶ではタイプ A は 10%、タイプ D では 63% と二山型が多かった(図 1、表 1)。
- 2) 国内外で市販されている抹茶のタイプ別の平均径は国内外で市販される抹茶間に大きな違いがなかった。
- 3) 抹茶の市販価格と粒度との関係を見ても、日本産の抹茶は外国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でも外国産の1,599円に対して日本産は3,461円と高かった(表2)。
- 4) 測色値は、国内で市販されている抹茶の金額と表色系の色度については、b*値には明確な違いがみられないが、金額が高くなるほど明度(L)、彩度(C*)、色相角度(h)が高くなる傾向がみられた(表 3、図 2)。
- 5) a *値についてはマイナス値が大きくなり、緑色が強くなる傾向がみられた(図 3)。外国産の抹茶は日本産の抹茶に比較して、いずれも h 値は低く、 a *値は高いものが多かった。なお、ある一定以上の価格帯では、h 値なども頭打ち化してくるが、市販価格が高い理由はその抹茶のもつブランド力によるところが多い(図 2)。

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。

表1 海外購入抹茶の粒度特性

タイプ	購入抹 日本産	茶の種類 外国産	平均径 (μm)	標準偏差	モード径 (μm)	メジアン径 (μm)
Α	10	2	16.5	12.9	11.7	12.7
В	3	1	21.4	22.3	12.0	14.2
C	11	4	30.2	33.3	12.1	16.6
D	15	12	44.5	41.8	31.9	29.8

表2 国内外から購入した抹茶のタイプ別価格と粒径の大きさ

	国内市	販品	海外市販品				
タイプ	日本	達	日本	産	外国産		
	100g当たり	平均径	100g当たり	平均径	100g当たり	平均径	
	価格(円)	(μm)	価格(円)	(μm)	価格(円)	(μm)	
Α	6,902	15.5	5,801	16.5	1,569	16.7	
В	4,010	23.8	2,515	23.7	3,780	19.2	
С	2,698	26.2	4,178	30.1	1,241	30.8	
D	1,572	52.6	3,461	47.9	1,599	38.8	

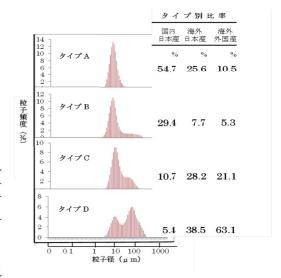


図1 国内外から購入した抹茶のタイプ別比率

表3 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)		平均	測色値					
価格帯	平均単価	粒度径	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	

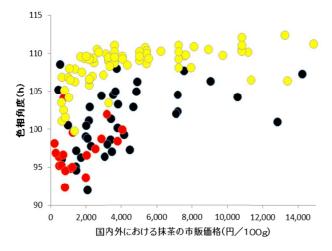


図2 国内外から購入した抹茶の色相角度(h値)

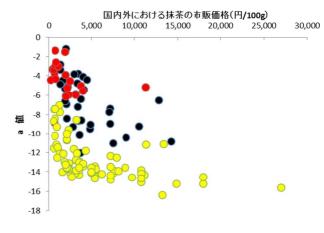


図3 国内外から購入した抹茶の a *値 ※ a *値が低いほど緑色、高いほど赤色を表す

- (3) 茶葉及び茶飲料の嗜好特性の解明
 - 3) 国内外で市販され抹茶の化学成分量と差別化要因の解析

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多いが、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化学成分量と差別化要因の解析を行う。

研究の手法:

化学成分量の分析は HPLC により通常の方法で実施し、差別化要因の解析には判別分析法を用いた。

主な研究成果:

- 1) 抹茶は覆い下で栽培されるため煎茶に比較して化学成分含量は異なる。特に、遮光の程度や 遮光期間などによっても成分量は異なる。概して抹茶は煎茶に比較しアミノ酸含量は増加し、 カテキン含量は低くなり、EGCG/EGC比率は高まる。また、葉色は濃緑色となりクロロフィル 含量は高まる。
- 2) 国内外から購入した抹茶133点の化学的特性としては、クロロフィル量を示すA₆₆₄の吸光度は 市販価格の高まりとともに高まる(図1)。テアニン含量(図2)およびEGCG/EGC比率(図3)も、 市販価格が高くなるほど高くなる傾向が見られた。また、概して同価格帯の抹茶でも国内市 販の日本産抹茶に比較して海外から購入した日本産抹茶のテアニン含量およびEGCG/ECG比 率は低く、海外市販外国産抹茶にはそれらの含量や比率の高いものが見られなかった。
- 3) 日本産抹茶と外国産抹茶との差別化要因を解明するため、国内外から購入した抹茶の測色値、 化学成分含量などから判別分析を行った。
- 4) 100g当たり価格、L、a*、b*、C*、h、A₆₆₄、EGCG、EGC、ECG、EC、EGCG/EGC、Caffeine、Theogallin、Asp、Glu、Asn、Ser、Gln、Arg、Thea、GABA、総アミノ酸量を変数として「国内販売日本産」「海外販売日本産」「海外販売日本産」「海外販売外国産」の判別分析を行った結果、判別的中率は95%以上と高かった(表1)。その要因としての変数は、EGCG、EGC、Caffeine及び各種アミノ酸の寄与が高かった。
- 5) 価格の安く、外国産抹茶が多く日本産抹茶と見分けがつきにくいとされる5,000円/100g以下 の抹茶をも同様な解析を行ったところ90%程度の判別的中率となった。

今後の展望:

今後解析方法を含め、さらに変数の絞り込みや判別できないものの理由の解明などを進める 予定である。

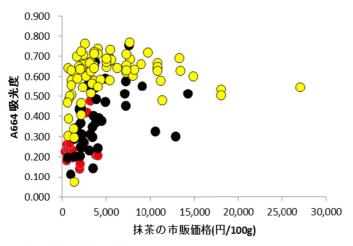


図1 国内外から購入した抹茶のA₆₆₄吸光度

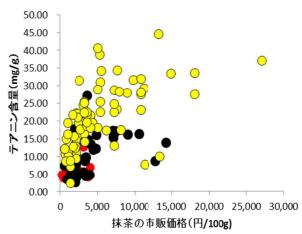


図2 国内外から購入した抹茶のテアニン含量

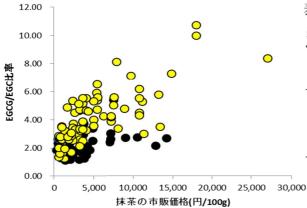


図3 国内外から購入した抹茶のEGCG/EGC比率

表1 国内外で購入した抹茶 (131点) の判別分析結果

判別結果		予測値			
		海外販売 外国産	国内販売 日本産	海外販売 日本産	判別的中率
	海外販売外国産	15	0	2	88.24%
観測値	国内販売日本産	0	75	0	100.00%
	海外販売日本産	5	0	34	87.18%
				全体	94.66%

表2 国内外で購入した5,000円/100g以下の抹茶(95点)の判別分 析結果

判別結果		予測値				
			国内販売 日本産	海外販売 日本産	判別的中率	
	海外販売外国産	14	0	3	82.35%	
観測値	国内販売日本産	0	47	0	100.00%	
	海外販売日本産	6	0	25	80.65%	
				全体	90.53%	

解析した変数;

100g 当たり価格、L、a*、b*、C*、h、A、EGCG、EGC、EGC、ECG、ECG、EGC、Caffeine、Theogallin、Asp、Glu、Asn、Ser、Gln、Arg、Thea、GABA、総アミノ酸量

寄与率の高い成分; EGCG、EGC、Caffe ine 及び各種アミノ酸

- (4) 茶の高付加価値化とマーケティング
 - 2) 乳酸発酵茶末及び葛茎葉粉末試作品の特性

研究の目的:

本事業は、昨年度開発した「乳酸発酵茶末」をベースに、掛川特産の葛とのコラボレーションにより2種類(乳酸発酵茶入りレトルトカレー、乳酸発酵茶入り葛もち)の試作品を作ることを目的としているが、ここではその素材としての成分などについて解析し、試作品のプロモーションに生かすために、乳酸発酵茶前後の茶葉と葛の化学成分を明らかにすることとした。

研究の手法:

供試材料は発酵前後の茶葉及び葛葉。官能評価は通常の方法により水色と香味に焦点を当て て評価した。また、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) 今回、供試した原葉と発酵後の茶葉の化学成分含有量は表 4 に示すとおりである。 一般的な化学成分は、2017 年及び 2018 年度産の原料として用いた茶葉とも夏秋期の茶葉であり、カフェインは 3%以下、カテキン類は 12~14%程度、アミノ酸は 1%程度のものである。ただし、2017 年度産の原料では貯蔵期間が少し長かったためビタミン C 含有量が低下したものと推定される(表 1)。
- 2) この原料を乳酸菌により発酵させたが、本事業ではお茶が本来持つ機能と乳酸菌により生成 される成分の両者を獲得することが趣旨になっているため、発酵時間は非常に短めの2日間 とした。
- 3) その結果、発酵の前後で大きな成分変化はないものの、ビタミン A、ビタミン B_{12} でやや増加していた。また、グルタミンがやや減少し γ アミノ酪酸が増加した(表 1)。
- 4) 葛葉については、機能性が期待される成分に特化して分析した。
- 5) その結果、茶葉に比較してビタミン A が 10 倍以上と多く、ポリフェノールが 1 /7 以下と少ないことが特徴であった。また、今回の葛葉ではビタミン C、ビタミン E、葉酸も見られたが、これらは一般的な「くず根粉」には含まれていず、非常に興味深いものである(表 2)。
- 6) 両者の味覚特性として、茶葉については官能及び味覚センサーでも評価とも発行することにより苦味が強まった。また、葛茎葉粉末についても同様に淡白な味の中に苦味が強く感じられるものとなった(表 3、図 1~4)。

今後の展望:

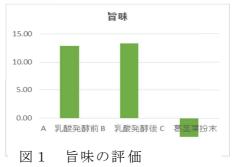
乳酸発酵茶末及び葛茎葉粉末を利用し、掛川特産の乳酸発酵茶入りレトルトカレー、乳酸発酵茶入り葛もちを製造販売していく予定である。

表1 発酵前後の茶葉の成分

成分	原料(元	(葉	発酵茶葉		
	2017	2018	2017	2018	
エネルギー			350	H	(cal/100g
たんぱく質			19.1	g	;/100g
脂質			7.2		;/100g
炭水化物			52.3	-	/100g
ナトリウム			28		ng/100g
食塩相当量 :			0.07		;/100g
タンニン			12.8		;/100g
カフェイン		2700	1800		ng/100g
水分			1.7		;/100g
灰分			5.1	_	/100g
糖質			16.7		/100g
総食物繊維			35.6		/100g
ビタミンA	430	0.5	650		ugRAE/100g
ビタミンE	36.7	35	63.9		ng/100g
ビタミンC	32	220	21		ng/100g
βカロテン		14000		13000	
ビタミンB ₆		0.681		0.665 r	ng/100g
ビタミンB ₁₂	検	出せず		3.1	u g/100g
葉酸		1000		890	u g/100g
ルティン		43.1		42.7 r	ng/100g
総ポリフェノール	14	17.5	14	19.1 g	
カテキン類8項目	11.18	14.75	11.2	14.7 g	/100g
ガロカテキン	0.39		0.93	-	:/100g
エピガロカテキン	3.85	4.82	3.33	5.02 8	-
カテキン	0.09		0.16		/100g
エピカテキン	1.05	1	0.92	1.08 8	
エピガロカテキンガレート	4.67	7.57	4.4	7.26 g	
ガロカテキンガレート	0.16		0.6	-	;/100g
エピカテキンガレート	0.94	1.36	0.8	1.34 g	100000000000000000000000000000000000000
カテキンガレート	0.03		0.06		/100g
遊離アミノ酸6項目	964		1010		ng/100g
アスパラギン酸	73		63		ng/100g
グルタミン酸	180		200		ng/100g
セリン	29		35		ng/100g
グルタミン	33		28		ng/100g
アルギニン	19		14		ng/100g
テアニン	630		670		ng/100g
γアミノ酪酸	14	26	35		ng/100g
一般生菌数			300未満	1	固/g
大腸菌群			陰性		
カビ・酵母			100未満		
重金属			7		pm
<u> </u>			検出せず	p	pm

表 2 くずの葉の化学成分含有量

	くず	単位
ビタミンA(βカロティン)	10,000	$\mu g/100g$
ビタミンC	61	mg/100g
ビタミンE(トコフェノール)	19	mg/100g
葉酸	800	$\mu g/100g$
ルティン	36.1	mg/100g
プエラリン	15	me/100g
ポリフェノール	2.4	g/100g
<u>γアミノ酸</u>	55	meg/100g



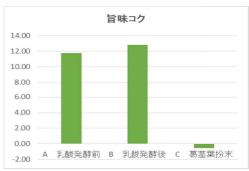
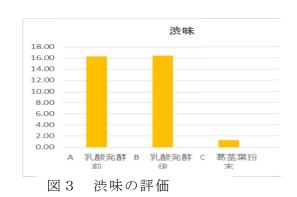


図2 旨味コクの評価



苦味
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
A 乳酸発酵前 B 乳酸発酵後 C 葛茎葉扮末
図 4 苦味の評価

表3 乳酸発酵前後の茶葉とくず茎葉粉末の味覚センサー値

		酸味	苦味雑味	渋味刺激	旨味	塩味	苦味	渋味	旨味コク
Α	乳酸発酵前	-27.22	-3.75	25.12	12.87	38.02	1.13	16.32	11.74
В	乳酸発酵後	-26.06	-3.23	22.49	13.37	36.43	2.67	16.44	12.79
C	葛茎葉扮末	-11.36	-2.71	3.33	-3.31	26.63	2.37	1.25	-0.53