



あたらしい 農業技術

No.636

新たな「香り緑茶」の開発

平成 29 年度

— 静岡県経済産業部 —

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 「香り緑茶」は、茶生葉を香気発揚処理した後製茶し、花様、果実様の香気成分量を高めたお茶です。
- (2) 既往の研究成果¹⁾の香気発揚処理条件（加温、攪拌、低温静置）の知見を活かし、更なる条件解明を進め、大量処理化のネックとされていた攪拌処理において、大量処理に有利な攪拌条件を明らかにしました。
- (3) 香気発揚処理を大量に行える香気発揚装置を開発し実証試験を行った結果、従来の小量処理と同等以上に香気発揚することを、確認しました。
- (4) 一般的な蒸し製法において、香気の損失が大きい製茶工程を特定し、その工程における損失する香気成分の解明を進め、香気の損失が少ない製茶方法を確立しました。
- (5) 香りの高い緑茶である特徴を消費者に効果的に情報提供する表示デザイン、評価項目について、訴求効果の高い表示方法を明らかにしました。また、この情報表示により購入意欲、価格評価が高まることを確認しました。
- (6) 香りの強さを定量的に評価できる、新しい官能評価法（拡張サイクリックー対比較法）を開発しました。
- (7) ティーバッグの試作品を用いたホームユーステスト形式の嗜好調査によると、約9割の方が、「香り緑茶」を「好き」、「やや好き」と評価しました。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 新鮮な若葉の香りと程よい渋味のある「普通煎茶」、まろやかで濃い味の「深蒸し煎茶」に続く、上品な甘い花の香りをもつ「香り緑茶」の安定かつ量産技術が確立し、煎茶のバリエーションが広がります。
- (2) 煎茶の消費量が少ない比較的若い年齢層の消費者をターゲットとし、新たな需要創出が期待されます。
- (3) 開発した香りの情報を消費者にわかりやすく伝える表示法を活用することにより、消費者の購入意欲を促す販売が可能になります。

3 適用範囲

- (1) 県下全域で適用できる技術ではありますが、「香り高き山の銘茶」イメージを活用した中山間地域や、「香り」をセールスポイントとした商品づくりを志向する経営体での取り組みが効果的と考えます。

4 普及上の留意点

- (1) 本技術の導入にあたっては、初期投資が必要でありますので、販売先である茶商工業者と連携した取り組みが理想的と考えます。
- (2) 県単補助金の活用（茶産地構造改革事業補助金）
- (3) 初期投資の軽減化については、現在取り組んでいる研究成果を待たれたい。
- (4) 用いる品種により香りが異なり、商品バラエティーが広がります。

目次

はじめに	1
1 安定生産可能な生葉香気発揚装置の実用化	2
(1) 生葉香気発揚条件の解明	2
(2) 生葉香気発揚装置の開発	3
2 既存煎茶製造ラインでの香気を保持する製造条件の確立	7
(1) 製茶工程における香気成分の推移	7
(2) 「蒸熟」、「粗揉」、「乾燥」条件について	7
3 特徴ある香味の視覚化技術の開発	10
(1) 表示方法について	10
(2) 嗜好調査結果	18
おわりに	19
参考文献	19
発表文献等	19
用語解説	20

はじめに

近年の茶業は、生産・消費の両面で不振が続いており、緑茶の需要量は平成 16 年にドリンク需要の増加により約 11.7 万 t に達したものの、平成 28 年には 7.9 万 t に低下しました（日本茶業中央会「茶関係資料」より）。（県産出額：H16 703 億円→H27 306 億円）

このような茶需要の急激な低下は、茶農家、茶商、関連企業など本県の茶産業を大きく圧迫しています。

この状況を打開するため、本研究では、普通煎茶、深蒸し煎茶に続く、「第三の煎茶」として期待する新たな蒸し製緑茶「香り緑茶」の開発を目指しました。

これまで、本県茶業は外観を重視した新鮮な若葉の香りと程よい渋味のある普通煎茶や、熱いお湯でもおいしく飲め、まろやかで濃い味の深蒸し煎茶の開発など、時代に即した新たな煎茶を開発することで発展してきました。「香り緑茶」は、これらの煎茶とは異なり、上品な甘い花の香りが特徴の煎茶です。

近年、煎茶の消費量が少ない比較的若い年齢層の消費者を中心に、香りに特徴のある茶への評価が高まっていることから、香りを強化した新たな煎茶を開発・普及することで、茶の需要拡大を推進していきたいと考えています。

※「香り緑茶」について

静岡県では、関係機関と生産者、茶商などで組織する「香り高い静岡の緑茶推進協議会」を平成 26 年に設立し、「香り緑茶」の生産販売体制の強化について検討してきました。「香り緑茶」とは、「ほんのりと甘い花様、果実様の香りを添加物なしで発揚させた茶」と協議会において定義しています。

開発を進めてきた「第三の煎茶」は、まさに蒸し製の「香り緑茶」です。今後は、「香り緑茶」という新たなカテゴリーの名称として積極的に使用していきます。

1 安定生産可能な生葉香気発揚装置の実用化

(1) 生葉香気発揚条件の解明

ア 香気発揚の条件

これまでの研究で、香気発揚には「加温処理」、「攪拌処理」、「低温静置」が有効であることを明らかにしてきました。「低温静置」については、15℃程度に葉温を維持し、30分1回の攪拌処理を組み合わせると12時間程度で香気分量が最大になることがわかりました。これに「加温処理」とさらに効率的な「攪拌処理」を組み合わせ、管理された条件で大量に処理することを目的に条件の検討を進めてきました。ここでは、加温処理、攪拌処理について取り上げます。いずれの試験も処理後生葉の香気分量を測定しました。測定した成分は、香気成分の中でも花様、果実様の香りへの影響が強く、分量の多い7種に着目しました。

イ 加温処理

① 処理温度

試験は小型の恒温恒湿器を使用した少量の生葉で行いました。加温温度は20℃、25℃、30℃に設定し、1時間処理しました。どの処理区も1時間後のしおれ程度が、重量減で10%程度になるよう湿度を設定しました。加温処理後に攪拌処理し、12時間低温静置(15℃)した生葉の香気成分を測定しました。加温温度と香気分量について図1-1に示しました。香気成分7種の合計値では25℃が最も多く、ゲラニオールは25℃で、インドール、ジャスミンラクトンは20℃でやや多くなりました。この結果から、加温温度は20~25℃が適すと考えられます。また、この結果は恒温恒湿器による試験であることから、実際の処理を行う際には、ここでいう温度は葉温(生葉の堆積している内部温度)と考えられ、送風温度はこの温度よりもやや高めがよく、30℃程度の送風温度が適すと考えられます。

② 処理時間

試験は処理温度と同様恒温恒湿器で行いました。処理温度は25℃とし、処理時間は0.5h、1h、2h行い、それぞれの処理時間後のしおれ程度が、重量減で10%程度になるよう湿度を設定しました。加温処理後攪拌処理し、12時間低温静置(15℃)した生葉の香気成分を測定しました。加温時間と香気分量について図1-2に示しました。香気成分7種の合計では0.5hで最も多くなりました。0.5hではリナロールが多い傾向を示し、そのほかの成分では大きな差はみられませんでした。この結果から、加温時間は10%程度のしおれを前提とした場合0.5hでも効果が期待でき、1時間程度までを目安とすることが適すと考えられます。

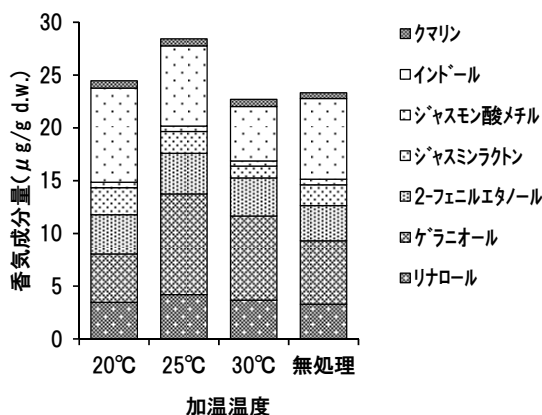


図 1-1 加温温度と香気分量

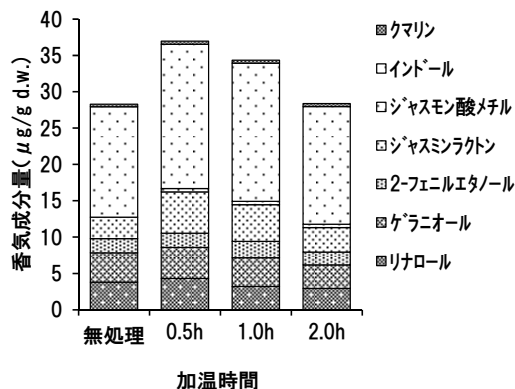


図 1-2 加温時間と香気分量

ウ 攪拌処理

①攪拌時間

攪拌処理に先立ち 25℃で1時間の加温処理を行い、回転式の攪拌機で30分まで攪拌処理しました。攪拌処理後、12時間低温静置(15℃)した生葉の香り成分を測定しました。攪拌時間と香り成分量について図1-3に示しました。攪拌処理30分まで時間が長くなるにつれ少なくなる傾向を示しましたが、30分を除き差は小さいものでした。減少傾向を示した一因として、ジャスミンラクトン量が時間とともに少なくなったためと考えられます。この結果から、攪拌処理を1回行う場合、5～10分と短い時間でも攪拌処理に香り発揚効果があると考えられます。

②短時間の複数回攪拌

攪拌処理に先立ち 25℃で1時間の加温処理を行い、回転式の攪拌機で攪拌処理しました。加温処理後1回目の攪拌(10分間)を行い、その後12時間低温静置(15℃)しました。2回目以降の攪拌処理は低温静置中に2時間間隔で最大5回行いました。攪拌回数と香り成分量について図1-4に示しました。攪拌2、3回で30分1回攪拌よりやや多くなり、攪拌回数が多いほど香り成分が多い傾向を示しました。攪拌4、5回の場合香り成分量は多くなりますが、葉傷みが懸念されるため処理には注意が必要です。

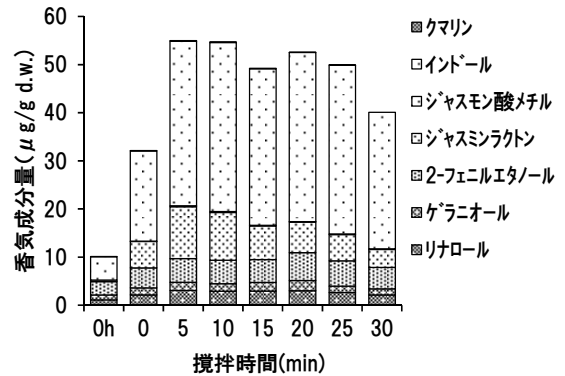


図 1-3 攪拌時間と香り成分量
0h ; 無処理

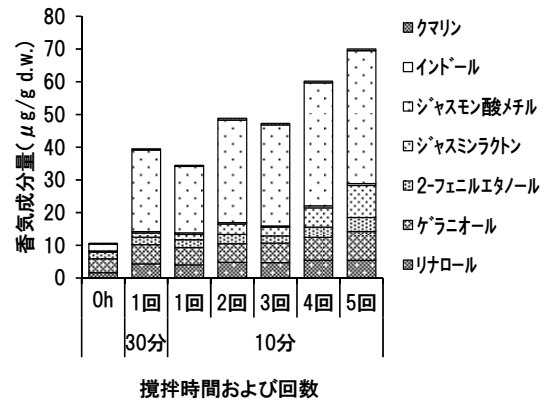


図 1-4 攪拌回数と香り成分量

(2) 生葉香り発揚装置の開発

ア 開発した香り発揚装置

大量香り発揚装置の開発にあたっては、攪拌処理機がネックでした。従来少量処理で使用していた台湾製攪拌機(最大30kg)は回分(バッチ)式であり、大量処理の場合大きな攪拌装置が必要となります。

そこで、攪拌時間を短くし回数を増やして処理することができれば、小さな機械で連続処理化が図れると考え、新たな攪拌条件の探索を行った結果、「5分間を2時間おきに3回」が「30分間1回」を上回る香り成分量を示したことから

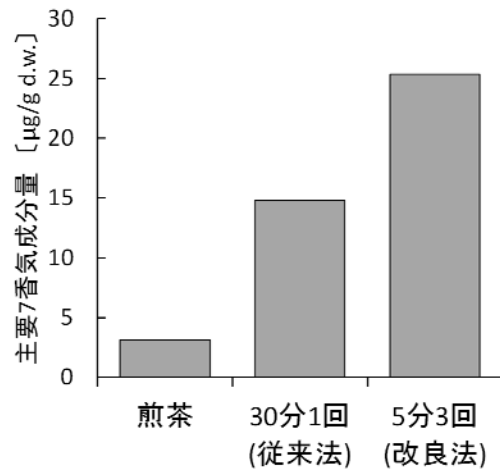


図 2-1 あらたな攪拌条件の香り発揚効果

注) 主要7香り成分: リナロール、ゲラニオール、2-フェニルエタノール、ジャスミンラクトン、ジャスモン酸メチル、インドール、クマリン

ら（図 2-1）、短時間の攪拌が可能な連続型攪拌機の開発に至りました。

新しく開発した大量の香気発揚方法と香気発揚装置を図 2-2、2-3、写真 2-1、2-2、2-3 に示しました。

加温処理は、温風を送風できるよう改造した既存の生葉コンテナで、約 32～34℃の温風を下から 30 分間送風し加温します。加温終了後、生葉はコンベアにより連続型攪拌機の投入口に運ばれ、5 分間の通過時間内に攪拌されます。回転胴から出た攪拌を終えた茶葉は、ふたたびコンベアにより元のコンテナに戻され 12 時間（1 回目の攪拌開始から）、低温静置する構造になっています（その間に 2 時間おきにあと 2 回攪拌する）。

低温処理の方法としては、生葉室自体を空調機で冷却する方法と、生葉コンテナの下部に冷風発生器を取り付け、冷風を吹き込む方式が考えられます。

香気発揚装置の大きな特徴として、連続型攪拌機（写真 2-2）を組み込んだことにあります。これまでの回分処理方式から、直径 1 m、長さ 2 m の回転する胴内を連続で通過させる連続型攪拌機としました。回転胴内の滞留時間は、胴の傾斜角度を調節することにより変更できます。今回新たに開発した本装置を「静岡型攪拌機」として、普及させたいと考えています。生葉コンテナについては、送風ファン内の加湿装置を取り出し、代わりに電気ヒーターを設置し、加温機能を付与しました（写真 2-3）。この方法は、比較的安価な方法です。

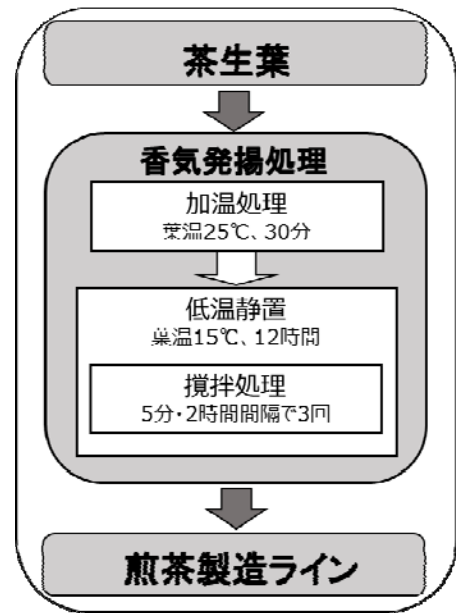


図 2-2 大量香気発揚方法

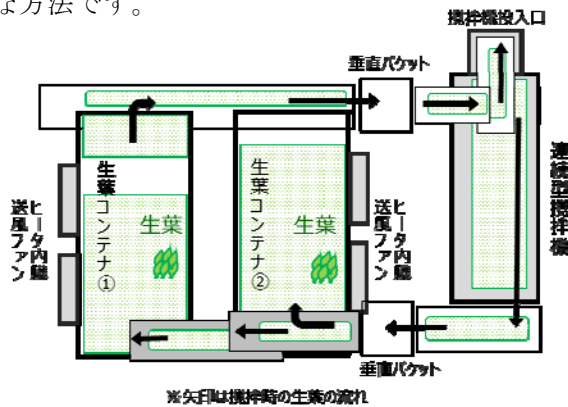


図 2-3 香気発揚装置概略平面図



写真 2-3 生葉コンテナの加温機能
（ヒーター内臓送風ファン）



写真 2-1、2-2 開発した香気発揚装置

注) 写真 1: 全景、写真 2: 連続型攪拌機
カワサキ機工製

イ 製造実証試験

開発した大量香気発揚装置の効果を実証するため、表 2-1 のような構成で従来の小量香気発揚処理との比較試験を行いました。

1 区は、摘採後速やかに普通煎茶を製造しました。2 区は、従来の小量処理です。3、4 区は、開発した香気発揚装置による大量処理であり、生葉コンテナでの堆積厚さを変えました。このような試験を、一番茶期に 3 回実施し、各試験区荒茶の主要 7 種の香気成分量を図 2-4 に示しました。

表 2-1 香気発揚装置実証試験の構成

試験区	香気発揚方法	堆積の厚さ	供試生葉量
1 区	無処理	—	2kg
2 区	小量	10~15cm	5kg, 35kg
3 区	大量 (薄)	35~60cm	97~160kg
4 区	大量 (厚)	70~80cm	240~250kg

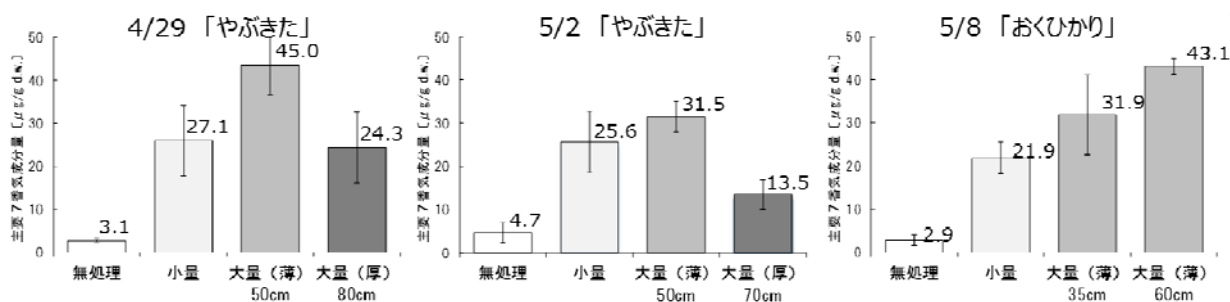


図 2-4 香気発揚装置実証試験香気成分量

注) 主要 7 香気成分: リナロール、ゲラニオール、2-フェニルエタノール、ジャスミンラクトン、ジャスモン酸メチル、インドール、クマリン

4 月 29 日の試験結果では、大量処理の 50cm 区が $45 \mu\text{g}$ と小量処理区を大きく上回りました。5 月 2 日の試験でも、同じように大量 50cm 区が $31.5 \mu\text{g}$ で小量処理区を若干上回りました。5 月 8 日の試験では、生葉が少なく 70cm 以上堆積できなかったため、大量処理の 35cm 区と 60cm 区を試験しましたが、どちらも小量処理区を上回りました。

このことから、開発した大量香気発揚装置で 60cm 程度までの堆積ならば、小量処理と同等以上に香気発揚することが確認されました。70cm 以上堆積した場合については、良い結果が出ていませんが、堆積した生葉の上部と下部で香気発揚のムラがあったと考えられました。

なお、官能評価でも香気の強さを確認しました。順位法により 8 名（職員 7 名、学生 1 名）のパネルに、各試験日別に 4 試験区の荒茶を、花様、果実様の香気の強い順に順位づけしてもらいました。

まず、ケンドールの一致性係数 W とフリードマンの検定を行った結果、いずれの試験日の官能評価も 8 名のパネルによる判断は、バラバラでなく危険率 1% で有意に一致性がありました。したがって、4 試験区の荒茶間にはパネルが判定できるような花様、果実様の香気の強さの差があったといえます。

次に、試験区の差を調べるクレーマーの検定結果を、表 2-2 に示しました。結果は、いずれの試験日も無処理区が有意に 4 位に順位づけされました。4 月 29 日の試験では、小量処理区が有意に 1 位に順位づけされましたが、順位合計 2 位の大量 50cm 区との差はわずかでありま

した。5月2日、5月8日の試験では、大量の50cm区、35cm区が有意に1位に順位づけされました。

このことから、開発した大量香気発揚装置で60cm程度までの堆積ならば、小量処理と同等以上に香気発揚することが、香気成分量と官能評価双方で確認されました。

表 2-2 官能評価結果（順位合計、パネル8名）

パネリスト	4月29日試験				5月2日試験				5月8日試験			
	無処理	小量	大量 (薄50)	大量 (厚80)	無処理	小量	大量 (薄50)	大量 (厚70)	無処理	小量	大量 (薄35)	大量 (薄60)
A	4	1	2	3	4	3	1	2	4	3	1	2
B	4	1	2	3	4	2	1	3	4	2	1	3
C	4	2	1	3	2	4	1	3	4	1	3	2
D	4	1	2	3	4	1	2	3	4	2	1	3
E	4	2	1	3	4	2	1	3	4	3	1	2
F	4	2	1	3	4	1	2	3	4	1	2	3
G	4	1	3	2	4	2	1	3	4	2	1	3
H	3	1	2	4	4	3	2	1	4	2	1	3
順位合計	31	11	14	24	30	18	11	21	32	16	11	21
検 定	**	**	**	**	**		**		**		**	

注) 順位合計：各試料についてパネル8人の順位を合計した数値

検定は、クレーマー(KRAMER)の検定表を用いた

**は有意差あり(危険率1%)、中間順位は5月2日・5月8日試験で有意差なし

2 既存煎茶製造ラインでの香気を保持する製造条件の確立

(1) 製茶工程での香気成分推移

製茶工程での香気の減少は、製造工程中の茶葉の乾燥に伴う水分の減少と同時に起こるものであるため、ある程度の香気成分の減少は必然的に発生します。

そのため、蒸熱工程前の香気発揚処理において、より効果の高い香気発揚を行うことが「香り緑茶」の品質を高めるうえで重要です。

そこで、本試験では、香気発揚処理を行った「やぶきた」を用い、35Kラインで標準製茶法により製茶を行い、製茶工程ごとの茶葉をサンプリングし（同一生葉）、香気成分を測定しました。

その結果、煎茶製造の標準製茶工程における香気成分の減少は、一様に起こってくるのではなく、香気成分の減少の大きい工程と小さい工程があることがわかりました。

蒸熱工程と乾燥工程では、香気成分の減少が大きい傾向がみられる一方、粗揉から精揉までの工程では、香気成分の減少が小さい傾向がみられました（図3）。

このことから、蒸熱工程と乾燥工程において香気成分の減少が少なくなるよう工夫することで、より香りの強い「香り緑茶」を製造することができると考えられます。

なお、粗揉工程では、香気分量の変化は小さいものの、官能評価結果に大きな影響を及ぼすことが知られているので、粗揉工程も含めて操作の改善について検討しました。

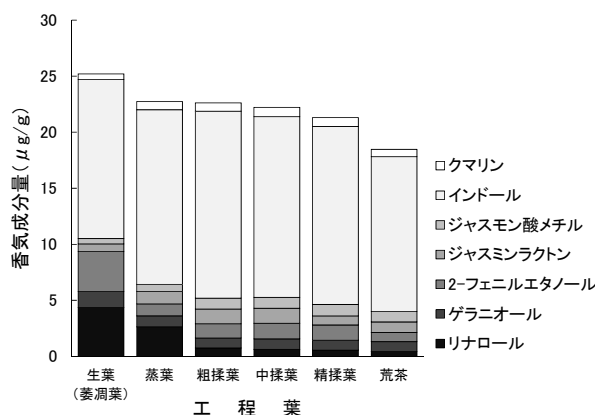


図3 製茶工程中の香気分量の変化
(標準製茶法：蒸熱約45秒「やぶきた」)

(2) 「蒸熱」、「粗揉」、「乾燥」条件について

[蒸 熱]

煎茶の蒸熱工程では、主に蒸熱時間と蒸気流量を操作して製品を作り分けるので、この2つの設定方法をどのようにするかが製品の品質を決定する重要な要素になります。

そこで、本試験では、香気発揚処理を行った「さやまかおり」を用い、小型の送带式蒸機を用い、蒸気流量を標準と2倍に設定し、蒸熱時間を30～135秒に設定し、蒸葉の香気分量を調査しました。

その結果、蒸熱時間が長いもの、また、蒸気流量を2倍にしたものの香気分量が減少する傾向を示しました（図4）。また、蒸熱時間が長いものは、官能評価得点が低くなる傾向がみられました。

蒸気流量の設定をする場合、送带式蒸機のように、構造上、蒸機自体の温度を保つために必要な蒸気量が多い場合があります。その場合は、メーカー指定の蒸気流量より下回ると蒸機の温度を保つことができず、蒸熱不良となってしまうことがありますので、メーカー指定の蒸気流量より下回ってしまうことのないように注意する必要があります。

[粗 揉]

本試験では、香気発揚処理を行った「やぶきた」の同一生葉を用い、35K粗揉機で、製造試験を行い、粗揉葉の香気分析を行いました(図5)。

香気発揚処理した茶葉は、香気発揚処理により水分が減少しているため、通常の生鮮葉を用いて製茶する場合と比較して工程は早く進み、通常の所要時間より短くなり(早出し)やすいですが、粗揉前半の茶葉の乾燥を促進させる葉打工程を省略することで、工程時間を延長させることができました。しかし、ムレ臭の発生等、製造欠陥も発生しやすくなります。

そこで、葉打工程を省略しつつも、風量を可能な限り増やすように製造することで設定時間通りに製造することが可能でした。

早出しの場合、香気成分の分析値は高いですが、官能評価では揉み込み不足からくる香味のうすさが目立ち、評価が劣りました。

[乾 燥]

本試験では、香気発揚処理を行った「やぶきた」の同一生葉を用い、120Kラインに用いられる連続式透気乾燥機を用いて乾燥試験を行い、工程中の茶葉をサンプリングし(同一生葉)、香気成分を測定しました。

乾燥温度 50℃(茶温)では、直線的に香気成分が減少しましたが、70℃、90℃では、水分含量が高い工程前半での香気成分の減少が大きく、後半は小さくなる傾向がみられました(図6)。荒茶乾燥で想定される乾燥温度としては 70℃が最も香気成分の減少が小さい傾向がみられました。

このことから、120Kラインにおける「香り緑茶」の乾燥方法は、標準製茶法で示されている乾燥茶温 70℃、風量 12m³/min、乾燥時間 30 分程度がよいと考えられました。

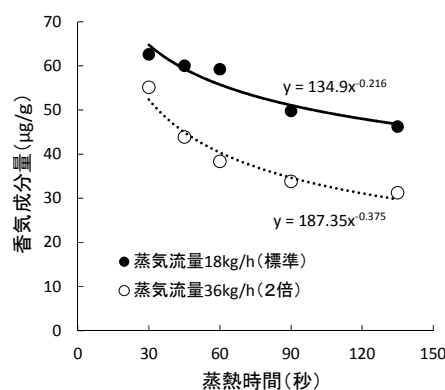


図4 蒸熱工程に伴う主要香気成分量の変化
(送带式蒸機 「さやまかおり」)

主要香気: リナロール、ゲラニオール、2-フェニルエタノール、
L-ジャスモン、ジャスミンラクトン、ジャスモン酸メチル、
インドール、クマリン

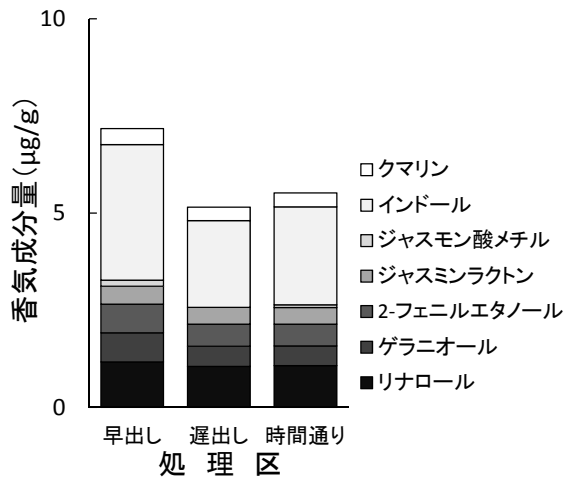


図5 粗揉工程の乾燥速度と香気成分量の関係
(同一生葉 35K)

早出し = 慣行の葉打、粗揉を行う区
遅出し = 葉打省略区
時間通り = 葉打省略 + 可能な限り風量増加

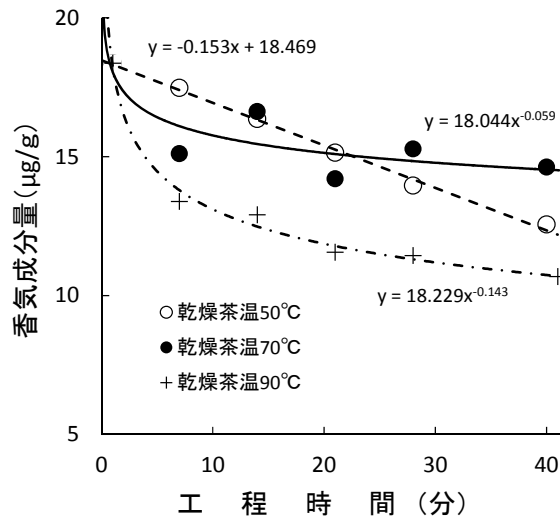


図6 乾燥工程における主要香気成分の変化
(連続式透気乾燥機 「やぶきた」)

主要香気: リナロール、ゲラニオール、2-フェニルエタノール、
Z-ジャスモン、ジャスミンラクトン、ジャスモン酸メチル、
インドール、クマリン

3 特徴ある香味の視覚化技術の開発

従来の緑茶製品は香りが画一的で弱いものが多く、また、パッケージも見た目にあまり違いがなく情報量も少ないため、消費者への訴求力が弱いと考えられます。そこで当センターでは、香味に特徴のある緑茶を開発するとともに、茶の味や香りの特徴を効果的に消費者に伝えるための品質表示について調査し、新規需要の創出と消費拡大を目指して研究を行いました。

(1) 表示方法について

ア 品質表示のデザインについて

どのようなデザインの品質表示が消費者にとって分かりやすいかを明らかにするため、表示デザイン案を検討しました。通販ウェブサイトやスーパーマーケットで、市販のリーフ茶商品について、味や香りに関する表示を調査し、多く使用されていたデザインを参考に4つのデザイン案を作製しました(図7)。そして、実際に品質表示を茶袋に貼り付けて(写真3)、一般消費者215名に手に取って見てもらい、香り緑茶である「第三の煎茶」の特徴が分かりやすいデザインを選択してもらいました。



図7 表示デザイン案

A: レーダーチャートタイプ、B: マトリックスタイプ、C: 星の数で得点を示した点数タイプ、D: 絵の数で得点を示した点数タイプ、E: 表示なしのもの

写真3 供試茶袋

その結果、年代別では70代以上を除く全ての年代で、性別では男女ともに(図略)、Dの絵の数で得点を示した点数タイプを最も分かりやすいと答える方が最も多く、全体の約45%がDを好みました(図8)。

年代別で見ると、20代から30代の若者は、Aのレーダーチャートタイプを好む割合も高く、60代以上の方は、Cの星の数で得点を示した点数タイプも分かりやすいと感じていました(図8)。性別で分けると、男性は、Bのマトリックスタイプを好む割合も比較的高い傾向がみられました(図略)。

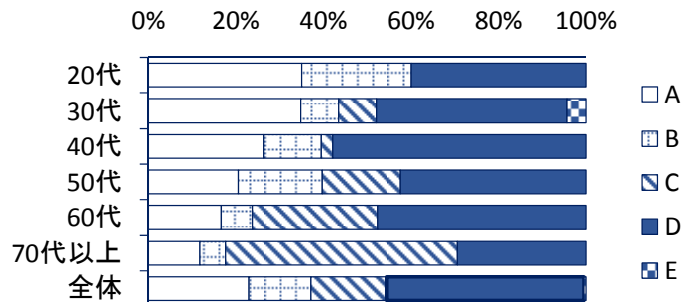


図8 年代別分かりやすい品質表示の割合

イ 評価項目について

香りを特徴とする「香り緑茶」では、品質管理、及び商品開発の場面において、誰もが容易に連想できる香りを表現することばが不可欠です。

現状では、官能評価で「香り緑茶」の香りを定量することは非常に難しく、本開発においても、HPLCやGCなどの機器を使った成分分析値を用いて、香気発揚の効果を定量するという手法を多用しています。

成分分析値と「香り緑茶」の香りとの関連を証明することは、「香り緑茶」の香りがどのような香りか、誰もが容易に連想できることばで表現することすらできていないので、大きな困難を伴います。

そこで、香りを視覚化する技術（フレーバー・プロファイル・マッピング）を用いて、「香り緑茶」の特徴である香気を表現することばとして、どのような単語が最もふさわしいか検討し、同時に「香り緑茶」の特徴である香気とどのような香気成分との相関が高いのか、図9に示した手法により検討しました。

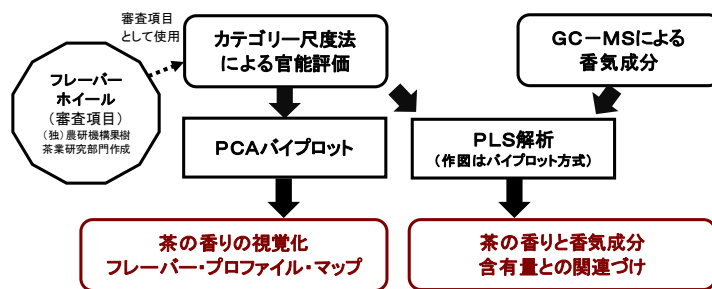


図9 開発したフレーバー・プロファイル・マップの作成方法、及び官能評価と香気成分との関連付け

なお、本試験に用いた統計解析は、ケープタウン大学統計科学科Opeoluwa Oyede博士によるThe Construction of a Paerial Least Squares BiplotにおけるPCAバイプロット法、PLSバイプロット法を参考にし、統計言語Rのprcompパッケージ及びplsパッケージ（ライセンス：GPL-2）を用いて統計処理を行いました。

フレーバー・プロファイル・マップを作成する手法として、主成分分析（PCA）が多く用いられますが、一般的な主成分分析の場合、図の横軸（第一主成分軸）と縦軸（第二主成分軸）が何を意味するか、分析した人ですらよくわからなくなるという問題点があります。

この問題を解決する手法が『バイプロット』であり、主成分ベクトルをサンプル・データと同じグラフ上に重ねて描くことで、図の横軸（第一主成分軸）と縦軸（第二主成分軸）が何を意味するか、視覚的にわかるようにする手法です。

茶のフレーバー・プロファイル・マップでは、プロットされた点が煎茶、ウーロン茶、紅茶の香りを統計学的に集約したデータであり、矢印（主成分ベクトル）が、『茶の香り』の種類を表すようになっています（図10）。

このプロファイリングにより、

- ・普通煎茶や深蒸し煎茶は、「茹でた枝豆」や、「稲わら」のような香り
- ・紅茶は、「生薬」や「モモ」「マスカット」のような香り

・ウーロン茶は、緑茶と紅茶との中間にあり、やや焦げた香りという特徴が明らかになりました。

今回開発した「香り緑茶」は、ジャスミンやキンモクセイの香りのような『花のような香り』、ミルクやバニラの香りのような『甘い香り』という特徴が明らかになりました。

そこで、今後「香り緑茶」の特徴的な香りを表現する際には、『花のような香り』、『甘い香り』という単語を使っていけばよいと考えられます。

なお、「香り緑茶」の香りは、台湾で近年新しく開発された清香形（発展形）ウーロン茶の清香四季春茶、精選文山包種茶、清香黄金桂と似ていることが明らかとなりました。

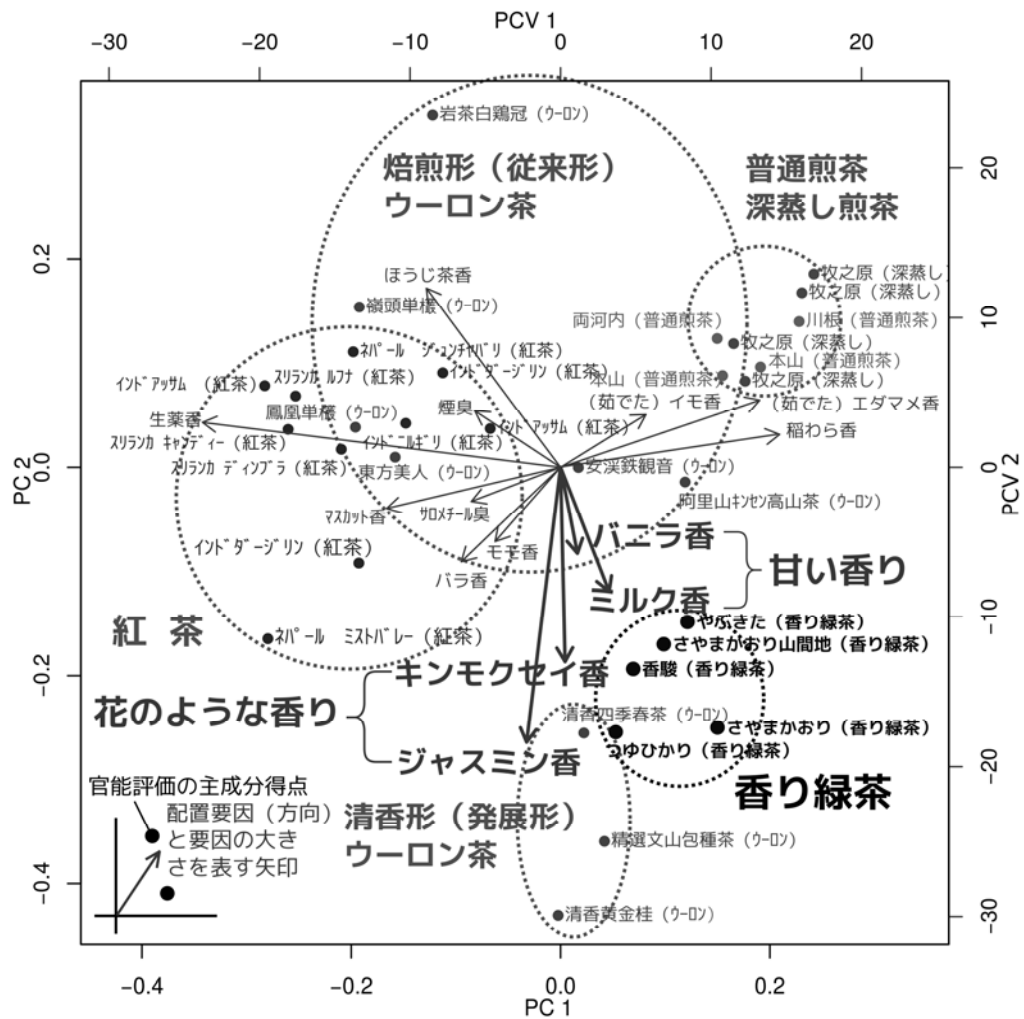


図 10 PCAバイプロットによる茶のフレーバー・プロファイル・マップ

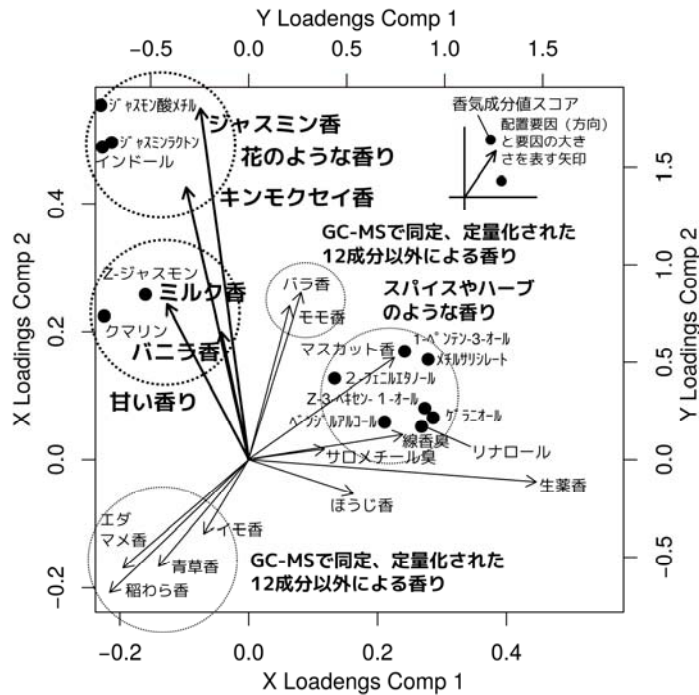


図 11 PLSバイプロットによる『甘い香り』と『花のような香り』の強さと
 相関の高い香気成分の検討

「香り緑茶」の特徴的な香りである『花のような香り』と『甘い香り』は、GC-MSで同定可能な香気成分と相関が高いかを調査し、『花のような香り』と、『甘い香り』の強さの指標として活用できる香気成分についてPLSバイプロット法により検討しました(図11)。

その結果、『花のような香り』の強さと相関の高い香気成分は、ジャスモン酸メチル、ジャスミンラクトン、インドールであることがわかり、『甘い香り』の強さと相関の高い香気成分は、Z-ジャスモンとクマリンであることがわかりました。

ウ 新たな官能評価法による得点表示について

「香り緑茶」の品質や特徴を表す表示デザインや評価項目については、前述したとおりです。ここでは、「香り緑茶」の品質や特徴、他の茶との違いをどのようにして数値化し、表示デザインに反映させるかについて記述します。

茶の品質や特徴は、少数の化学成分によって表すのではなく、官能による総合的な評価と数値による客観的な表現が理解されやすいでしょう。しかし、感覚はヒト(パネルと以下呼ぶ)により感じ方の程度が異なり、主観的要素が大きいことから、官能評価による品質をより客観的、かつ再現性のある数値に置き換えるには、十分に管理された官能評価の実施だけでなく、その適切な数値処理が重要です。

一般に官能によって評価した感覚を数値化する手法として、評価する特性や好ましさの程度にカテゴリーを定義し、感覚を数値化するものとして採点法²⁾が知られています。この方法は、茶の評価に習熟した専門家パネルであれば、短時間で実施できることから効率的です。しかし、多数の試料を同時に評価するには十分な経験が必要となります。

そこで、専門家パネルでなくても比較的容易に試料間の特性の違いや好みの違いを評価でき、しかも、その程度を半定量化する手法として一対比較法^{3, 4)}が開発されています。一対比較法は複数の比べようとする試料があるとき、二つの試料（一対と呼ぶ）をリーグ戦方式で順次、一方を基準に比較し、その違いをあらかじめ定義したカテゴリー尺度で数値化するものです。最終的に対象となるすべての試料が評価されます。一対比較法にはScheffe’の原法に加えて実用的な場面に適用しやすいよういくつかの変法^{3, 4)}や拡張法⁵⁻⁷⁾も提案されています。

今回、芳賀との共同により試料数の増加に伴う比較する対の数の急増を抑えるとともに、変法や拡張法のもつパネル数や試料数の制限をなくし、エクセルのワークシート上で容易に数値解析ができ、さらに試料間の有意差検定が可能なものに拡張しました。この手法を拡張サイクリック一対比較法^{8, 9)}と呼びます。これを「香り緑茶」に適用することで品質や特徴の違いを数値または、アイコンの数で表現することができるようになりました。

以下、実際に「香り緑茶」に拡張サイクリック一対比較法を適用し、香りの特徴について数値化を行ったので参考にして下さい。

ここでは、「香り緑茶」を含む異なる5つの試料を用意し、4人のパネル（茶の専門家でも一般消費者でも可）が組み合わせの一部をそれぞれ分担します。パネルは表示デザインの評価項目のひとつである「花や果実様の香り」について官能評価し、得られた試料ごとの平均評価値に基づき、アイコンの数でその香りの強さを示します。評価に用いた5つの試料とその内容は表3のとおりです。

表3 香り緑茶とその他の比較試料

試料名	S1	S2	S3	S4	S5
乱数表示の試料名	807	234	490	454	991
内容	香駿 香り緑茶	さやまかおり 香り緑茶	香駿50%+ やぶきた50%	さやまかおり50% +やぶきた50%	やぶきた 普通煎茶

また、図12にパネルが分担する対への試料の割り付けと評価の順番を、リーグ戦の対戦表の様式を用いて示します。試料名とともに3桁の乱数を割り当てています。これは試料名による影響をできるだけ排除し、官能評価をより厳密に実施するための基本操作です。実際の審査茶碗には、この数字を試料名として用います。例えば図12P1-③の表記はパネル1が3番目に評価する試料の対（・S5:S1）を示しています。パネルは提示された二つずつの試料を予め決められた一方（・印のもの）を基準茶に、他方を表4に示したカテゴリー尺度（7段階評価）に照らし合わせて評価採点します。

試料名	S1	S2	S3	S4	S5
乱数表示の試料名	807	234	490	454	991
・S1	807	P1-①	P2-①	P3-①	P4-①
・S2	234	P4-④	P1-④	P2-②	P3-②
・S3	490	P3-③	P4-②	P1-②	P2-③
・S4	454	P2-④	P3-④	P4-⑤	P1-⑤
・S5	991	P1-③	P2-⑤	P3-⑤	P4-③

注1) 試料に3桁の乱数を割り振る。

注2) ○印の中の数字は各パネルが評価する順番を示す。

例えば、P1-③はパネルの1が3番目に評価する試料の対を示す。

注3) 組み合わせ試料（対）のうち、試料名に（・）がついているものを基準茶とする。

図12 パネルの割り付けと評価される試料の対

評価値は、予め用意されたエクセルのワークシートに直接入力することで、図13に示すとおり、試料間の「花や果実様の香り」の差が距離として視覚的に表示されます。また、同時に試料間の有意差検定も行われます。

普通煎茶(S5)の「花や果物様の香り」の程度を仮に1とすれば、「香り緑茶」の製法で作られた香駿(S1)、さやまかおり(S2)の茶は、評価値4(3.60, 3.95)となり、普通煎茶50%、香り緑茶50%をブレンドした茶(S3, S4)はおよそ3の評価(2.80, 2.95)に相当します。この評価値を表示デザインのアイコンの数(図7参照)に反映させることで、比較した試料間における香りの強さを統計的官能評価に基づいて示すことができます。

表4 カテゴリーと評価値(7段階の場合)

カテゴリーの定義	評価値
対象の茶は、基準茶に比べて非常に強い	3
〃 かなり強い	2
〃 少し強い	1
〃 同じ	0
〃 少し弱い	-1
〃 かなり弱い	-2
〃 非常に弱い	-3

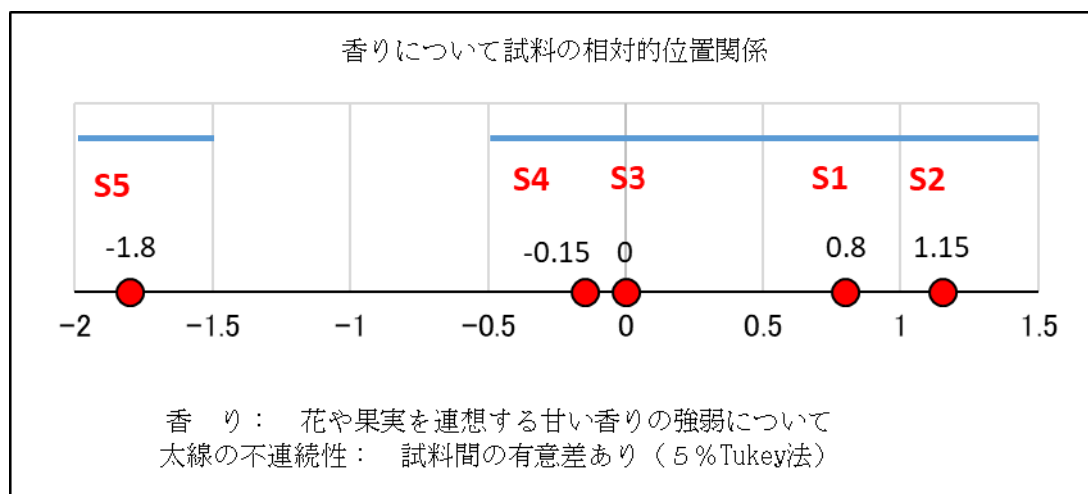


図13 平均評価値に基づく試料の香りの違い

拡張サイクリック対比較法の利用上の注意点

①拡張サイクリック対比較法の詳細は紙面の関係上ここでは詳述しません。詳しくは茶業研究センター (ES-kenkyu@pref.shizuoka.lg.jp または 0548-27-2311 (代)) に問い合わせください。

②試料数5、パネル数4については、カテゴリー尺度表と定義づけ表、パネルの分担表、調査票、数値データの入力シート、解析シートなどのワークシートの提供は可能です。それ以外の条件では別途ワークシートの作成が必要となります。

③試料数、内容、パネルの質、カテゴリ尺度と定義数は評価の際、作業の煩雑さや結果に直接影響します。拡張サイクリックー対比較法は、特にパネル一人当たりの対の数少なく、負担も大幅に軽減される利点がありますが、その一方で一人のパネルの評価値は平均評価値に影響しやすくなります。このため評価値の信頼性を高めるパネルの感覚の基準化が必要となり、事前の訓練が重要です。

④拡張サイクリックー対比較法の適用は、茶の評価に限定されず、様々な分野での利用が期待されます。

エ 表示の有効性調査結果

品質表示の有効性を明らかにするため、品質表示が有ることによって、購入意欲や価格の感じ方に差が生じるかを調査しました。調査は、インターネットリサーチなどで合計671名に実施しました（表5）。

①購入意欲について

香りや味に関する品質表示、香りに特化した品質表示を提示し、それぞれ表示が有ることによって購入意欲が高まるかどうかについて調査しました（図14）。

その結果、香りや味に関する品質表示が有ることによって購入意欲が「高まる」または「やや高まる」と答えたのは72%、香りだけに特化した品質表示は46%で、両方とも多くの被験者が購入意欲が高まると回答しましたが、香りや味に関する品質表示の方が、より購入意欲が高まることが分かりました（図15）。

表5 調査対象者の年代と性別

	男性	女性	合計
20代以下	52	89	141
30代	42	87	129
40代	42	101	143
50代	46	75	121
60代以上	39	92	131
未記入	2	4	6
合計(名)	223	448	671

花の香り		ジャスミン	
甘い香り		バラ	
渋み		ミルク	
うまみ		マスカット	

図14 品質表示

左：香りや味に関するもの 右：香りだけに特化したもの

②価格の感じ方について

マーケティング分野で使用される、PSM分析（Price Sensitivity Measurement：価格感度測定）の手法を用い、品質表示が有ることによって、価格の感じ方に差が生じるかを調査しました。

品質表示の無いティーバッグの一煎パックと有る一煎パックを示した調査票（写真4、図16）を準備し、それぞれ半数ずつ異なる被験者に提示し、その一煎パックを「高い」と感じ始める価格、「安い」と感じ始める価格、「高すぎて買えない」と感じ始める価格、「安すぎ

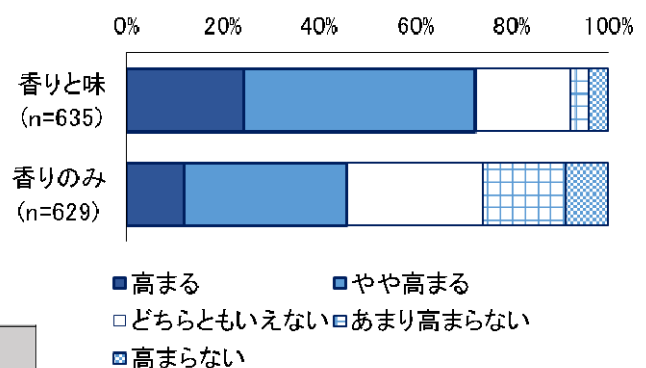


図15 品質表示別表示の有無による購入意欲への影響

て品質が不安」と感じ始める価格について、金額を記入してもらう方法で調査しました。

その結果、PSM分析による価格評価は、「上限価格」、「妥協価格」、「適正価格」、「下限価格」とともに、品質表示の有る物の方が高い傾向が見られました（表6、図17）。

以上のことから、茶の香りと味の特徴を消費者に伝えるための情報を表示することで、消費者の購入意欲、価格評価ともに高まりました。



写真4 「香り緑茶」のティーバッグ

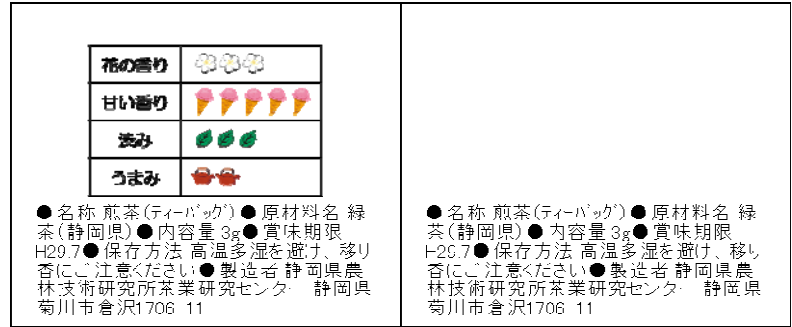


図16 パッケージ裏面 左：品質表示有り 右：品質表示無し

表6 品質表示の有無別価格評価

	表示有り	表示無し
下限価格(円)	90.5	80.0
最適価格(円)	99.7	96.0
妥協価格(円)	98.8	98.1
上限価格(円)	111.7	109.0

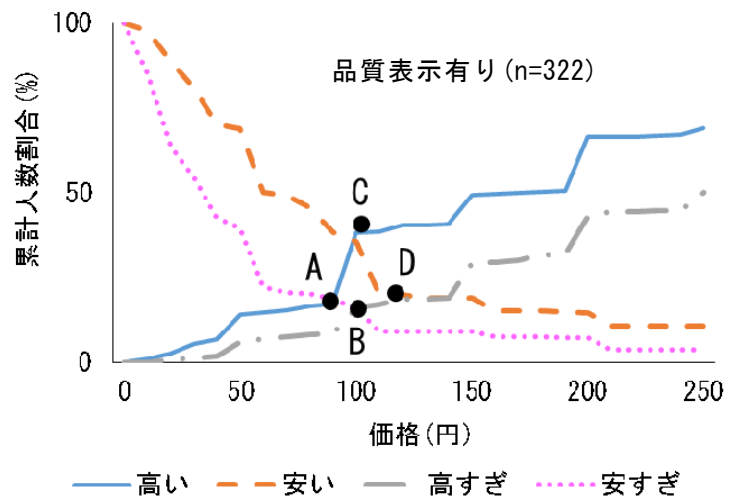


図17 PSM分析結果（品質表示有り）

A) 下限価格：高いと安すぎの交点 B) 最適価格：高すぎと安すぎの交点 C) 妥協価格：高いと安い
の交点 D) 上限価格：高すぎと安い
の交点

(2) 嗜好調査結果

これまでの研究成果を活かして試作した「香り緑茶」が、消費者に受け入れられるかどうかを明らかにするため嗜好調査を実施しました。

「香り緑茶」は新規需要の創出のため、販売ターゲットとして、香りに関心の高い20代から40代の女性で、普段あまりリーフの緑茶を飲まない層を想定して開発してきました。そこで、東京都在住のターゲット108名に対し、自宅で普段と同じように茶を飲用しながら回答するホームユーステストを実施し、「香り緑茶」の嗜好性の検証を行いました。供試茶は茶業研究センターで製造した「香り緑茶」のティーバッグ（二番茶・香駿）で、パッケージには「香り緑茶」の特徴である『静岡県が開発した製法により、花のような甘い香りを引き出した緑茶です』という説明文を記載しました。被験者は自宅に届いたティーバッグを熱湯で45秒間抽出し、茶を飲用しながら回答しました。

その結果、ターゲットの約9割が、「香り緑茶」を飲んで「好き」「やや好き」と感じ、8割以上が緑茶との違いを感じていました。「また飲みたい」「購入したい」の割合も高く、ターゲットに「香り緑茶」が受け入れられる可能性が示唆されました(図18)。また、「花のような甘い香り」の特徴と合致すると感じる割合も高く、目標とする品質が認知されたと考えられます(図18)。

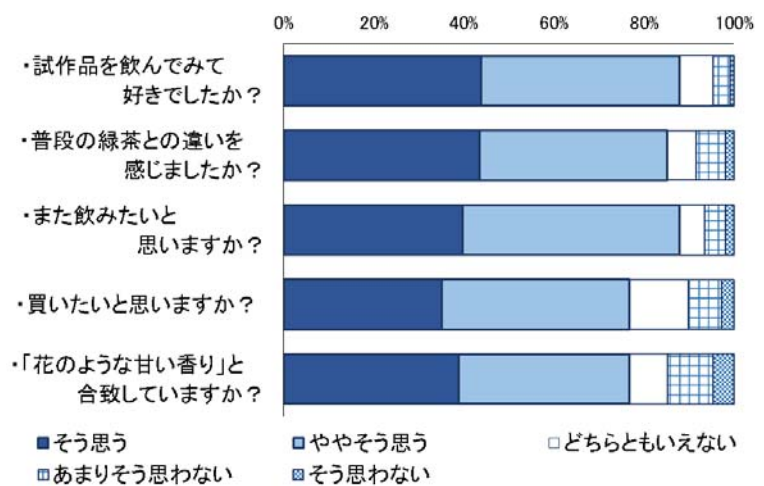


図18 「香り緑茶」への嗜好性に関する調査結果 (n=108)

「香り緑茶」を飲んで、『どのような香りであると表現しますか?』の問いには、花のような香り、ジャスミンのような香りと回答する人が多かったです(表7)。

『どのようなときに飲みたいと思いますか?』の問いには、リラックスしたい時、気分転換したい時と回答する人が多く、そのような飲用場面に合わせたパッケージや、販売方法などの検討が必要となります(表7)。

また、「花のような香り」、「甘い香り」、「うまみ」、「渋味」について、それぞれの感じる強さと嗜好性の関係について調査した結果、「花のような香り」、「甘い香り」、「うまみ」には正の相関が見られましたが、「渋味」は相関が見られませんでした(図略)。このことから、甘い花のような香りやうまみは、それぞれの特徴を強めることで嗜好性を高められる可能性があり、渋味については、強いものが好きな人、弱いものが好きな人と嗜好性は分けられると考えられます。

表7 香りの表現方法と飲用場面に関する調査結果 (n=108)

どのような香りと表現しますか	人数	どのような時に飲みたいですか	人数
花	50	リラックス	89
ジャスミン	42	気分転換	66
甘い	18	癒し	58
緑など	17	おやつ	52
優しいなど	10	来客	45
高級など	10	贅沢	36
バラ	8	食事	24
烏龍茶など	6	美容・健康	24
ミルクなど	3	仕事	20
果物	3	のどの渇き	15
その他	43	目覚まし	11
自由記述式		その他	2
		複数選択式	

おわりに

本研究は新成長戦略研究 「茶の都しずおか」を担う「第三の煎茶」の開発（H26～28）」として実施し、平成 28 年度で新成長戦略研究としては終了しましたが、29 年度からは現地への技術普及を早めるため、一般研究課題として香気発揚装置等の初期投資軽減化に取り組んでいます（課題名「香り緑茶製造技術の低コスト化」（H29-31））。

また、研究途上ですが、「香り緑茶」に興味の高い生産者等には茶業研究センターの香気発揚装置を使った試作等の協力、支援を積極的に行っていますので、お気軽にお問い合わせください。

なお、商品化に際しては、生産者単独でなく茶商工業者と連携した取り組みが必須と考え、現在、茶商工業者の方にも「香り緑茶」の PR を実施しております。

今後、「香り緑茶」の普及に向け、生産サイドと流通サイドが一体となった取り組みが活発になることを期待します。

最後になりましたが、香気発揚装置の開発に際しカワサキ機工株式会社（掛川市）の皆様にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

また、研究の推進にあたり現地指導で有意義なご助言等をいただいた静岡県試験研究機関外部評価委員会の中村委員長、芥川委員長代理、小嶋委員、山田委員、久保委員、並びに中間評価会、事後報告会でご検討いただいた各評価委員の方々に深謝します。

参考文献

- 1) 鈴木康孝(2015), あたらしい農業技術 No. 596「ほんのり甘い香りの「静岡型発酵茶」の開発」, 静岡県経済産業部
- 2) 佐藤信 (1985), 統計的官能検査法, 日科技連, 日本, pp169-224.
- 3) 日科技連官能検査委員会編(1973), 新版官能検査ハンドブック, 日科技連, 日本, pp349-394.
- 4) 佐藤信 (1985), 統計的官能検査法, 日科技連, 日本, pp225-298.
- 5) Shinya Nagasawa(2002), Proposal of the cyclic paired comparisons, Kansei Engineering International, vol. 3. No. 4. 37-42.
- 6) 中山麻衣子, 小澤賢司(2007), 感性評価のためのサイクリック一対比較法の拡張, 日本感性工学会大会予稿集, 40-45.
- 7) 小澤賢司, 中山麻衣子 (2008), 多数の刺激音に対する感性評価を効率的に行う一対比較法の提案, 日本音響学会講演論文集, 557-560.
- 8) 芳賀敏郎(2013), サイクリック一対比較法 シェッフエの方法、浦の変法の拡張 (未発表) .
- 9) 試験研究成果の概要集 (2014～2016), 静岡県農林技術研究所茶業研究センター.

発表文献等

- 1) 勝野 剛, 2016 年. 「生葉萎凋処理中の物理的刺激と香気発揚について」: 月刊「茶」(静岡県茶業会議所), 69 巻 8 月号, 24 頁—27 頁
- 2) 勝野 剛, 2017 年. 「低温で萎凋 甘い花の香りを放つ香り緑茶」: 「現代農業 (農山漁村文化協会)」, 1 月号, 234 頁—235 頁
- 3) 小林利彰, 2017 年. 「「香り緑茶」の大量生産技術の開発」: 月刊「茶」(静岡県茶業会議所), 70 巻 1 月号, 18 頁—22 頁

- 4) 勝野 剛, 後藤 正, 小林利彰, 2017, 「茶生葉低温静置前の攪拌処理が香気発揚に及ぼす影響」: 茶業研究報告, 第 123 号、17 頁—20 頁
- 5) 勝野 剛・土屋雄人・大宮琢磨・畑中義生・後藤 正, 2014 年. 「生葉萎凋処理における攪拌処理の効果」. 茶業研究報告, 第 118 号 (別冊)、146 頁—148 頁
- 6) 大宮琢磨・土屋雄人・勝野 剛・畑中義生・後藤 正, 2014 年. 「低温生葉保管のためのコンテナ諸条件の検討」. 茶業研究報告, 第 118 号 (別冊)、144 頁—145 頁
- 7) 畑中義生, 2014 年. 「香気の減少の少ない透気乾燥工程の検討」. 茶業研究報告, 第 118 号 (別冊)、122 頁—123 頁
- 8) 小林利彰・勝野 剛・畑中義生・植松恵美子・後藤 正, 2015 年. 「加温及び攪拌処理した生葉の低温保管についての検討」. 茶業研究報告, 第 120 号 (別冊)、70 頁
- 9) 勝野 剛・植松恵美子・畑中義生・後藤 正・小林利彰, 2015 年. 「生葉萎凋処理中の物理的刺激と香気発揚との関係」. 茶業研究報告, 第 120 号 (別冊)、69 頁
- 10) 土屋雄人・植松恵美子・畑中義生・勝野 剛・大宮琢磨・後藤 正・小林利彰, 2015 年. 「緑茶の特徴を伝える表示デザイン調査」. 茶業研究報告, 第 120 号 (別冊)、57 頁
- 11) 畑中義生・勝野 剛・後藤 正, 2015 年. 「主成分パイプロットを利用した茶の香気特性と相関の高い香気成分の探索」. 茶業研究報告, 第 120 号 (別冊)、60 頁
- 12) 勝野 剛・植松恵美子・畑中義生・後藤 正・小林利彰, 2016 年. 「生葉低温静置中の水分減少が香気発揚に及ぼす影響」. 茶業研究報告, 第 122 号 (別冊)、24 頁
- 13) 小林利彰・勝野 剛・畑中義生・植松恵美子・後藤 正, 2016 年. 「連続型攪拌機を組み込んだ香気発揚装置の開発」. 茶業研究報告, 第 122 号 (別冊)、25 頁
- 14) 畑中義生・中野地清香, 2016 年. 「「香り」に影響する感覚の相互作用と茶種の認知について」. 茶業研究報告, 第 122 号 (別冊)、27 頁
- 15) 植松恵美子・勝野 剛・畑中義生・後藤 正・小林利彰, 2016 年. 「第三の煎茶 (香り緑茶) の香味に関する嗜好調査」. 茶業研究報告, 第 122 号 (別冊)、28 頁
- 16) 香り高い静岡の緑茶推進協議会、静岡県農林技術研究所茶業研究センター, 2017 年. 新たな需要を喚起する「香り緑茶」の開発(リーフレット)
- 17) 畑中義生・中野地清香・藤井眞紀子, 2017 年. 「PLSパイプロットを利用した茶の「香気」と香気成分のプロファイリングについて」. 茶業研究報告, 第 124 号 (別冊)、52 頁
- 18) 植松恵美子・勝野 剛・畑中義生・後藤 正・小林利彰, 2017 年. 「香り緑茶における品質表示の有効性に関する調査」. 茶業研究報告, 第 124 号 (別冊)、69 頁

用語解説

- 1) **萎凋**：香気発揚等を目的として生葉をしおれさせること。紅茶・烏龍茶製造工程の一つ。
- 2) **低温静置**：香気発揚等を目的として、生葉を 15～20℃の冷暗所に長時間放置すること。
- 3) **発酵茶**：生葉の殺青（酵素の失活）前に、萎凋、揉捻、発酵などの各種処理を行い、茶葉の持つ酵素の作用により香気や色を向上させた茶。紅茶など。
- 4) **半発酵茶**：茶葉を天日にさらすなどの萎凋させた後、加熱して酵素の働きを止め、花様や果実様の甘い香りを発揚させた茶。烏龍茶など。
- 5) **攪拌処理**：均一な萎凋、香気発揚を促すために茶葉をかき混ぜる工程。

- 6) **インドール**：他の香気物質を増強する性質のある香気物質。茶の場合、含有量が多いほど高く評価される傾向がある。
- 7) **ジャスミンラクトン**：単体ではジャスミンのような香りのする香気物質。普通煎茶・深蒸し煎茶には少なく、茶葉を萎凋させて製造するタイプの茶に多く含まれ、含有量が多いほど高く評価される傾向がある。
- 8) **ゲラニオール**：単体ではゼラニウムのような香りのする香気物質。普通煎茶・深蒸し煎茶には少なく、茶葉を萎凋させて製造するタイプの茶に多く含まれ、含有量が多いほど高く評価される傾向がある。
- 9) **主成分バイプロット**：主成分分析の一種で、主成分分析が複雑なデータを要約し、理解しやすいように取りまとめる分析法であることに着目し、主成分得点と固定ベクトルを同一平面状にプロットすることで、主成分軸の意味づけを容易にする手法。食品産業分野で最近採用が多い統計手法。
- 10) **一対比較法**：何点かの試料について、ある特性に関する相違を、一度に2点ずつを組にして比較する方法。その結果については、検査員の判定の一意性、検査員相互の判定の一致性、試料間の有意差を検定する方法がある。
- 11) **サイクリック一対比較法**：長沢伸也(2002)が一対比較法の拡張法として Kansei Engineering International において提案したもので、組み合わせの数を大幅に削減できる利点に、加えて分散分析表の作成が可能な解析法。
- 12) **アイコン**：コンピュータ関係ではファイルの種類や内容を視覚的に示す画像を言うが、ここでは香り緑茶の特徴を示す表示デザインにおいて、渋さや花の香りなどの評価項目を視覚的かつ端的に表すイラストをいう。その数をもって、評価項目の程度の大きさ、強弱を示す。
- 13) **有意差検定**：複数のグループの数値の間に偶然ではない差があるかどうか（有意差）を検証するための統計学的な操作を意味する。
- 14) **カテゴリー尺度**：事柄の性質を区分する上でのもっとも基本的な分類をカテゴリーと呼び、あらかじめ設定された明確な評価区分（段階）に従って、ある特定の事物や事象を判断させる方法。その際用いられる段階的なカテゴリーを評定尺度という。
- 15) **パネル**：特定の目的のために選ばれた特定の資格をもった人の集まりで、ここでは官能評価をするヒトを指す。
- 16) **ホームユーステスト**：一定期間を設け、実際に製品を家庭で使用してもらい、その評価を調査する方法。商品を実際に試す調査としては、会場調査とホームユーステストが代表的であり、ホームユーステストの特徴としては、「普段の使用状態に即した実態調査が可能」という点が挙げられる。

農林技術研究所茶業研究センター 商品開発科長 小林利彰
 上席研究員 畑中義生
 上席研究員 勝野剛
 主任 任 後藤正
 主任研究員 植松恵美子

発行年月：平成30年3月
編集発行：静岡県経済産業部産業革新局研究開発課

〒420-8601
静岡市葵区追手町9番6号
TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。
<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

