

産学連携によるお茶の残渣を用いた塗料の開発および製品機能の向上をめざして

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-07-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 竹下, 温子, 宗信, 徳志, 松永, 泰弘 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00007856">https://doi.org/10.14945/00007856</a>

## 産学連携によるお茶の残渣を用いた塗料の開発 および製品機能の向上をめざして

The development and improvement of natural coating material made of used green tea leaves with  
collaborations between industry and academia

竹下 温子<sup>1</sup> 宗信 徳志<sup>2</sup> 松永 泰弘<sup>3</sup>

Haruko TAKESHITA, Tokushi MUNENOBU and Yasuhiro MATUNAGA

（平成 25 年 10 月 3 日受理）

### Abstract

Green tea coating that is good for environment and people is world-first coating developed by Fujinami-mokkoujho LTD. This study shows the antibacterial effect of this green tea coating, consumer's preference, furthermore, the practical use as teaching materials in manufacturing. As a result, green tea coating showed the strong bactericidal effect on *Escherichia coli*, *Coliform bacteria*, *Staphylococcus aureus*. Moreover, regarding the color, more than 80 percent of people supported it regardless of age in our questionnaire survey. Regarding the smell of the green tea coating, People in over thirties were more likely to support it on the other hand people in teens and twenties are less likely to do it. However, in technology classes of Junior high school, students showed their strong interests in the phrase of world-first and their gladness, excitement throughout those classes. This natural green tea coating is also promising from the side of effect against Sick House Syndrome and we will examine the deodorizing effect, the smell, Water-holding ability, durability to make this coating widely used.

### 1. 諸言

近年、地域の企業と大学などの専門機関が協力して研究・製品開発などを行う産学連携協力は、大学の地域貢献という見地から非常に重要な役割となってきた。本研究は有限会社藤浪木工所の依頼により、世界発となるお茶の残渣を用いた塗料（以下お茶塗料と記す）の開発にあたり、お茶塗料の機能性に関する分析、消費者の嗜好性の検討を行い、さらには製品改良への方向性を探った。

お茶は平安時代に中国から日本へ伝わったとされており、そのころの茶の嗜み方は、新芽を蒸し、臼で搗いて団子状に乾燥させ、これを円盤状にして炭火であぶって固め、飲むときにはこれを焙り、葉研で粉にして、沸騰した湯に入れ煎じ出し、塩を入れて飲んだ<sup>1)</sup>とされており、

---

<sup>1</sup> 家政教育講座 <sup>2</sup> 教育学部総合科学課程 <sup>3</sup> 技術教育講座

薬のように飲まれていたことがわかる。その後、江戸時代に入り、急須を使って嗜む飲み方が広まり、嗜好飲料の一つとして現在に至っている。お茶の効能は、現在多くの研究者により明らかとされ<sup>2)</sup>、嗜好飲料の利用だけでなく、原材料としての新たな展開を見せている。茶そばや、抹茶のソフトクリーム、茶饅頭などお菓子には多数利用されているほか、最近では、緑茶繊維、緑茶消臭剤、カテキンミストなどが商品化されるなど<sup>2)</sup> 利用範囲が年々拡大傾向にある。

しかしながら食生活以外の生活面においては、お茶中の有効成分を意図的に抽出して利用しているものが多く、天然のお茶を使った機能性の高い商品もいくつか開発されているが、お茶そのものの深い緑色や香りを保持できている商品のごくわずかである。よって、住まいなどの暮らしの中にもお茶そのものの効能や、色や香りを積極的に利用して行く余地をのこしている。

子安らは、シックハウス症候群の疫学的調査の中で塗料や建材が原因環境因子として上位を占めていると報告し、ライフスタイルの特徴としてストレスが多く、匂いに敏感なものに有病率が高かったと報告している<sup>3)</sup>。また、吉田らはシックハウス症候群では、建材などから発生するホルムアルデヒド、塗料などに使われている有機溶剤やフタル酸エステルなど揮発性有機物質が問題とされ、厚生労働省は13種の化学物質に対して室内濃度指針値を設定しており、さらにカビ、ダニなどの生物的汚染や精神心理的要因の関与も無視できないと考えられていると記載している<sup>4)</sup>。このように、建材や塗料は、現在でも多くの問題を抱える中で、天然の塗料の存在は非常に大きな役割を担うと考えられる。さらにお茶の機能性の中には消臭効果なども報告されており、アンモニアの消臭効果<sup>5)</sup> や、空気中のホルムアルデヒドに関してもお茶の葉が除去する可能性が示唆されると報告している<sup>6)</sup> ものものもある。

このように多方面から期待が望めるこのお茶塗料は、さらに緑茶飲料の産業廃棄物であるお茶がらを原料としており、天然の素材だけを使用した人に優しく、環境にも優しい商品である。本研究では、このお茶塗料の効能および、消費者の嗜好性について検討し、さらにもものづくり教材としての活用などの実践を踏まえ、さらなる向上に努めることを目的とした。

## 2. お茶塗料の抗菌効果の測定

お茶塗料の商品化を目指す中で、生活と関わりを持たせるためには、まずお茶の効能として挙げられている抗菌効果<sup>7,9)</sup> について、お茶塗料を用いても同様な効果が発揮されるかを検討する必要がある。現在考案中のお茶塗料を利用した商品には、消臭効果の効能を使った、消臭・芳香剤となるインテリア（壁飾り）がある。これはトイレや台所など、特に臭いを放つと考えられる場所などの生活空間で利用されると想定され、大腸菌、大腸菌群への抗菌効果、また人の皮膚の常在菌としても存在するブドウ球菌の中でも食中毒を引き起こす可能性のある黄色ブドウ球菌に対する抗菌効果について検討することとした。

### 2.1 実験材料および方法

以後の実験操作はすべて滅菌された器具および試薬を用いた。

#### 2.1.1 実験材料

実験材料は、市販されている、鶏ひき肉およびサンドウィッチを使用し、大腸菌、大腸菌群、黄色ブドウ球菌の抽出を行った。

#### 2.1.2 培地・試薬の組成および調整法

標準寒天培地、その他試薬の組成・調整は前報<sup>10)</sup> に従い食塩水のみ0.9%とした。大腸菌・

大腸菌群を判別する際に用いるXM-G寒天培地は、ニッスイ製薬株式会社製を用い、黄色ブドウ球菌の判定には、ニッスイ製薬株式会社製のフードスタンプ「ニッスイ」(TCBS寒天培地)を用いた。それぞれ指定の使用法に従って調整した。

### 2.1.3 大腸菌・大腸菌群および黄色ブドウ球菌の抽出

大腸菌・大腸菌群の抽出は、市販されている鶏ひき肉を10g測りとり、0.9%NaCl溶液90mlと共にSTOMACHER Bags (Seward社)に入れ、シーラーにてシールし、正確に30秒間揉み込んだ。これを10倍の段階希釈で $10^{-10}$ まで希釈し、サンプル溶液とした。サンプル溶液を2枚ずつXM-G寒天培地上に $100\mu\text{l}$ まき、スプレッド後、 $37^{\circ}\text{C}$ で24時間培養した。大腸菌・大腸菌群のコロニーが単独で確認できる希釈倍数のプレートから、それぞれ単一のコロニーを釣菌し(図1左)、液体培地に植菌後、 $37^{\circ}\text{C}$ で24時間培養した。黄色ブドウ球菌は、サンドウィッチの表面にスタンプ培地(TCBS寒天培地)をスタンプし、24時間 $37^{\circ}\text{C}$ で培養した。スタンプの表面に黒色で培地を白濁させている単一のコロニーを釣菌し(図1右)液体培地に植菌して、 $37^{\circ}\text{C}$ で24時間培養した。それぞれ植菌し培養した菌を大腸菌・大腸菌群はXM-G寒天培地へ、黄色ブドウ球菌は標準寒天培地へ塗布(ストリーク)し、単一の菌を得た。この操作を菌が単一になるまで何度も繰り返した。得られた単一のコロニーを標準液体培地で培養し、菌数測定に用いた。

### 2.1.4 菌数測定

単一になったそれぞれの菌を植菌し $37^{\circ}\text{C}$ で培養後、0.9% NaClを用いて10倍段階希釈し、混積培養により菌数の測定を行った(表1左側)。この植菌後の溶液を原液とし、抗菌効果判定に用いた。用いた各々の菌の1プレート当たりの菌数を表1右側に示す。

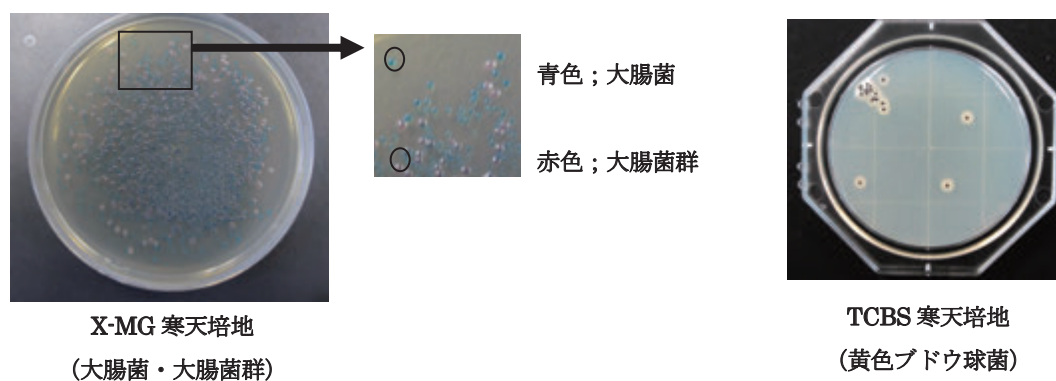


図1 大腸菌、大腸菌群、黄色ブドウ球菌のコロニー

表1 大腸菌、大腸菌群、黄色ブドウ球菌の菌数

	原液	抗菌効果試験		
		菌数 (cuf/ml)	希釈倍数	$\mu\text{l}$
大腸菌	$11 \times 10^5$	原液	25	$2.7 \times 10^4$
大腸菌群	$7 \times 10^9$	$10^{-3}$	500	$3.5 \times 10^6$
黄色ブドウ球菌	$16 \times 10^7$	原液	50	$8 \times 10^6$

## 2.2 実験方法

表1に示したとおり、1プレート当たりのそれぞれの菌数を含んだ各々の菌をスプレッドもしくは混釈培養し、そこにお茶塗料の原液、2~128倍までの計7段階の2倍段階希釈溶液に浸漬させた滅菌ガーゼ（約1cm四方）を、間隔をあけて置き、37度で24時間培養した。またお茶塗料の抗菌効果は、お茶殻に由来するものかを検討するために、お茶塗料に含まれている組成を分離し、お茶塗料を①、お茶殻のペースト+茶液のみ（以後、「茶ペーストのみ」と記載）を②、酸化防止剤のVC溶液を③、VCを含むその他の溶液を④とし、②、③、④はすべてお茶塗料に含まれている%に合わせ滅菌水にて希釈した。それらを1cm角の滅菌ガーゼにそれぞれ塗布し、黄色ブドウ球菌をスプレッドした寒天の上ののせ、37℃で24時間培養した。さらに、お茶塗料商品の抗菌効果を検討するため、商品化を目的としたインテリア10cm×10cmの1/10サイズの木材に塗料を塗布した商品（以後「お茶塗料商品」と記す）を、お茶塗料の抗菌試験同様、3種の菌を塗布した寒天培地に4つ置き、37℃で24時間培養した。

## 2.3 抗菌効果の結果および考察

図2に示す通り、3種類すべての菌に対して、原液を塗布したガーゼの周りには、半径0.8~1.0cmの阻止円を形成し、強い抗菌効果を示した。そのほか、大腸菌群および黄色ブドウ球菌については2倍希釈のお茶塗料でも半径0.5~0.6cm程の阻止円が確認され、お茶の残渣を用いた塗料は高い能力で菌を抑制することが示唆された。また、お茶塗料の抗菌効果が、お茶殻に由来しているか検討するため、お茶塗料の組成を分解して抗菌試験を行った結果、②の茶殻から作った茶ペーストのみにも抗菌効果は見られたが（阻止円半径0.7cm）、お茶塗料（阻止円半径1.5cm）の約半量の抗菌効果であることが判った。③のVC、および④のVCを含むその他の溶液についても、半径1cmほどの阻止円を形成した。③および④の阻止円形成はほとんど同じ大きさであったことと、今回結果として載せていないが、追加で行った抗菌試験でVCを抜いたその他の溶液では阻止円は形成されていないことから、VCが抗菌効果を示していることが明らかとなった。しかしながら、③④については、阻止円を形成しながらも、 $8 \times 10^6$ 個の菌すべてを阻止することができていないことが図3の拡大図よりわかる。これに比べ、①のお茶塗料は、きれいに半径1.5cmの抗菌効果を示しており、②のお茶ペーストと③のVCの相乗効果によって、強い抗菌効果を発揮していることが示唆された。以上の結果より、VCはお茶塗料の色の変化を抑えるために酸化防止剤として混合されているが、抗菌性への相乗効果にも影響を与えていることが判った。次に、お茶塗料商品についてその抗菌効果を検討した結果、3種すべての菌に対して半径1~2cmの阻止円を形成し、お茶塗料と同等の強い抗菌効果を示すことが判った（図4）。また、お茶塗料商品の再現性を検討するため、4か所にお茶塗料商品を置いた結果、4つとも同じ菌種上で同等の大きさの阻止円を形成しており、均一に塗料が塗布されていると考えられた。

以上の結果より、お茶塗料およびお茶塗料商品について、3種の菌に対して高い抗菌効果を示すことが明らかとなった。今後はお茶塗料商品の抗菌性の目途を検討するため、暗所と明所で商品を利用した際の、抗菌効果の経日変化について検討していく必要があると考えられる。



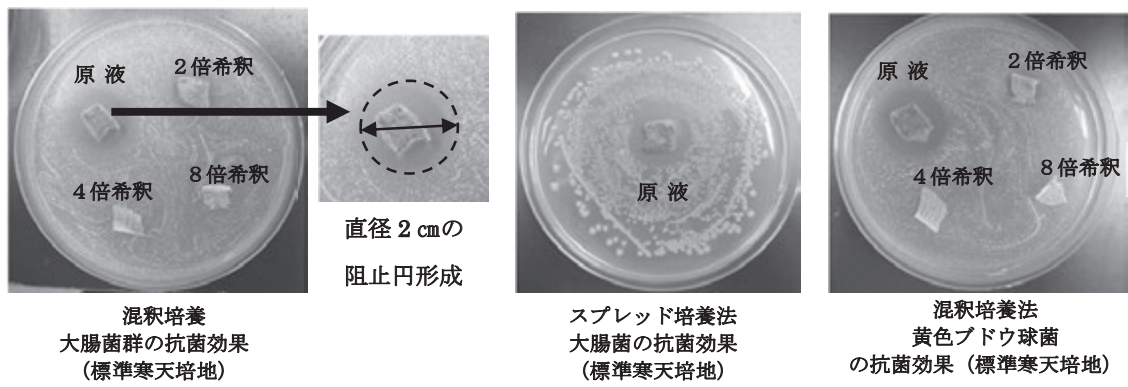


図2 お茶残渣を用いた塗料の細菌に対する抗菌試験結果

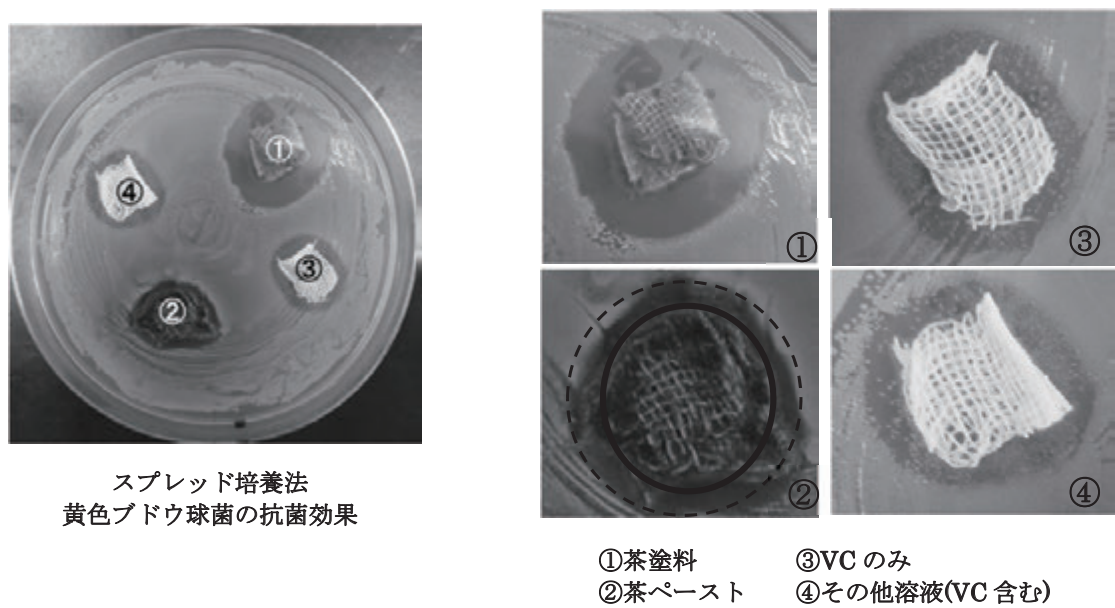


図3 お茶残渣を用いた塗料組成分解による抗菌効果試験結果

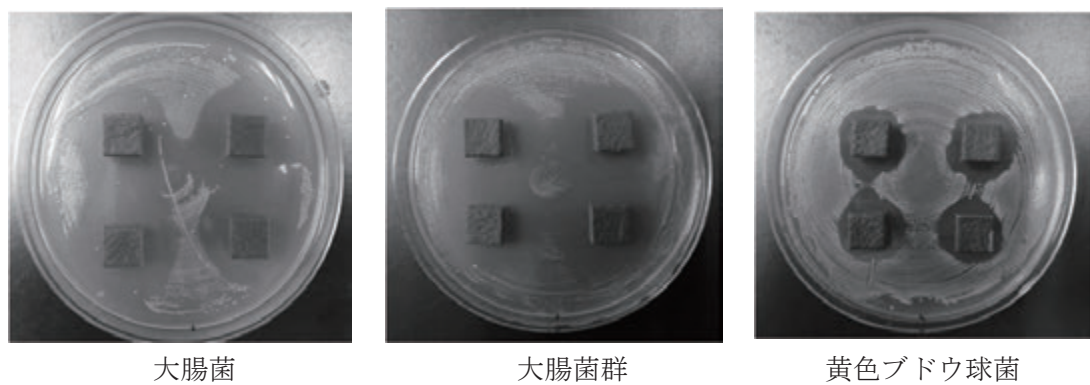


図4 お茶サンプルを用いた抗菌効果試験結果

### 3. お茶塗料の消臭効果

先に述べたように、近年、建材などから発生するホルムアルデヒド、塗料などに使われている有機溶媒やフタル酸エステルなど揮発性有機物質が引き起こすシックハウス症候群が問題視されているが、お茶の機能性として、アンモニアの消臭効果<sup>5)</sup>や、空気中のホルムアルデヒドに関してもお茶の葉が除去する可能性が示唆されると報告している<sup>6)</sup>ものもある。よって、お茶残渣を用いたお茶塗料についてもお茶同様の消臭効果が見られるか、アンモニアおよびホルムアルデヒドの消臭効果について検討した。

#### 3.1 実験材料および方法

##### 3.1.1 実験材料

お茶塗料サンプルは、商品化を目的としたインテリア10cm×10cmの1/4サイズの本材に塗料を塗布したものを、藤浪木工所に依頼した。売り出す商品と全く同じ条件にするために、遮光防止用の袋に脱酸素剤を入れ、真空パックされたものを使用直前に開封して用いた。

##### 3.1.2 試薬の組成および調整法

消臭試験に用いるアンモニアは増田らの方法<sup>6)</sup>に従い、その濃度を明らかな不快感が起るとされている50ppmに調整したものを用いた。ホルムアルデヒドはWaddenら<sup>11)</sup>が示した「人がホルムアルデヒドに被ばくした時に受ける刺激」の最大濃度の10倍である16ppmに調整したものを用いた。すべての試薬はナカライテスク社製を使用し、ドラフトの中で調整した。

#### 3.2 実験方法

テドラーバッグ1L（アズワン；Japan）に2.5cm角のお茶塗料チップを1つ入れたもの、およびブランクとしてお茶塗料チップを加えていないものの2条件下に、あらかじめ調整しておいた各汚臭物質の臭気を750ml注入し、注入直後（0分）、2分後、そのあとは2倍の時間間隔で測定不可能値になるまで測定を行った。ホルムアルデヒドについては、あらかじめ2条件下のテドラーバッグを2枚ずつ準備し、各サンプル2L分の臭気量で計測した。

計測には検知管式気体測定器（株式会社ガステック；GV-110）を用いた。

#### 3.3 消臭試験の結果および考察

お茶塗料商品によるアンモニアとホルムアルデヒドの消臭効果の結果を図5、6に示した。図に示すとおり、アンモニア（図5）、ホルムアルデヒド（図6）ともに、お茶塗料商品によって強い消臭効果が示された。アンモニアについては消臭作用がホルムアルデヒドに比べて早く、50ppm濃度であれば、商品の1/4サイズのお茶塗料チップであっても30分でほとんどすべて消臭することがわかった。ホルムアルデヒドは光による分解がおこるため、本研究ではチップなしの状態をブランクとして用いた。しかしながらテドラーバッグをアルミホイルで覆って検討したことで、ブランク値は一定しており、光による分解は起こらなかったと考えられるが、簡易検知管による測定であったため、現在高速液体クロマトグラフィーを用いて、詳細な検討を行っている。さらに原材料であるお塗料を塗布する前のチップについてもその消臭性について現在検討中である。

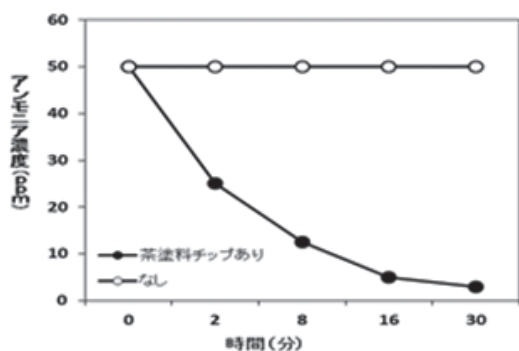


図5 アンモニアに対する消臭効果

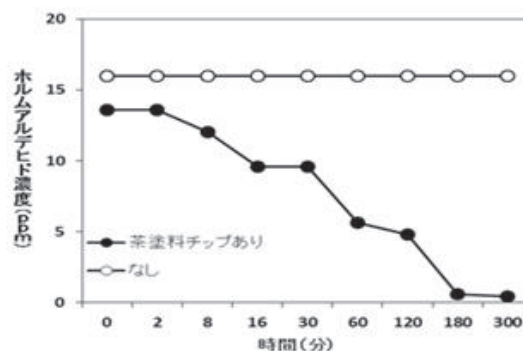


図6 ホルムアルデヒドに対する消臭効果

#### 4. お茶塗料のアンケート調査

お茶塗料の商品化に向けて、一般の方と静岡大学の学生を対象とした匂いおよび色彩の嗜好調査を行った。

##### 4.1 対象

一般の方122名、静岡大学教育学部学生62名、静岡市内の中学生16名の計200名に依頼し、調査を行った。ここで示す一般の方とは、コープ静岡と静岡大学が連携して行っている市民公開講座の受講生およびA老人施設のスタッフである。一般の方の年齢内訳は20代15名、30代23名、40代18名、50代20名、60代24名、70代12名、80代1名、無記載者9名であった。嗜好調査の被験者である200名の性別内訳は男性95名、女性87名、無記載者15名であった。有効回答は匂いが195名、色が197名であった。

##### 4.2 実施期間

平成23年11月～平成24年3月の間で行った。

##### 4.3 環境条件

可能な限り環境条件を揃えるため、晴天および室内の蛍光灯下で実施した。さらに、クーラーや暖房によって調節されている部屋を使用し、建築物衛生法に示されている快適に過ごせる温度を確保した。

##### 4.4 サンプル

図7に示すサンプル商品を用いて調査を行った。サンプル商品については条件をそろえるため、配布1週間前にサンプルにお茶塗料を塗布し、乾燥させたものを用いた。



図7 サンプル商品



#### 4.5 調査内容

調査内容は、対象者把握のため、年代、性別を問い、その後、匂いの効果について（匂いの強さ、匂いが与える心身面への影響、総合評価）、色の効果について（色彩、色彩温冷感、色が与える心身面への影響、総合評価）の全10項目について7点評価法にて行った。

#### 4.6 分析方法

得られた回答についてマイクロソフト Excel 2010を用いて解析し、統計処理はt検定を用いて行った。

#### 4.7 結果および考察

匂い・色に関する総合評価の結果を図8に示す。まず匂いの総合評価は、とても好き、好き、やや好き（以後「好き」と記す）と回答した者が全体の53%を占め、半数以上の者がお茶塗料の「匂い」に好意的だった。次に色の総合評価については、好きと回答した方が65%と匂い比べて好印象であった。また、匂いや色が心身面に与える影響を調べた結果、色に関しては82%の者が精神的な安心感を得ており、ストレス社会の現代において、カラーセラピーとしてのお茶塗料の重要性が示唆された。更に今回アンケートを行っていく中で、20代の評価と30代以上の評価で明らかな違いを感じたため、調査した200名を20代以下（N=93）および30代以上（N=98）のグループに分け、それぞれの評価を比較したところ、図9に示すとおり、匂いに関しては、快い、癒される、落ち着くという心身面に与える影響の項目で、30代以上の世代が20代以下に対して有意に好意的であることが判った。また総合評価についても好きと答えた者が有意に高かったが、70代～80代の中には「匂いが全く感じられず回答できない」（無効回答）と自由記述に記載している者が約30%おり、和室の空間が少なくなった老人ホームなどで和の提供になればという藤浪木工所の思いに反する結果となり、今後の新たな検討課題となった。色の年代別評価では30代以上が20代以下に比べて明るいと認識していることが判った（図10）。この結果より、お茶の色は世代に関わらず好印象で、特にストレス社会の現代の中でカラーセラピー的役割を持つことがわかった。

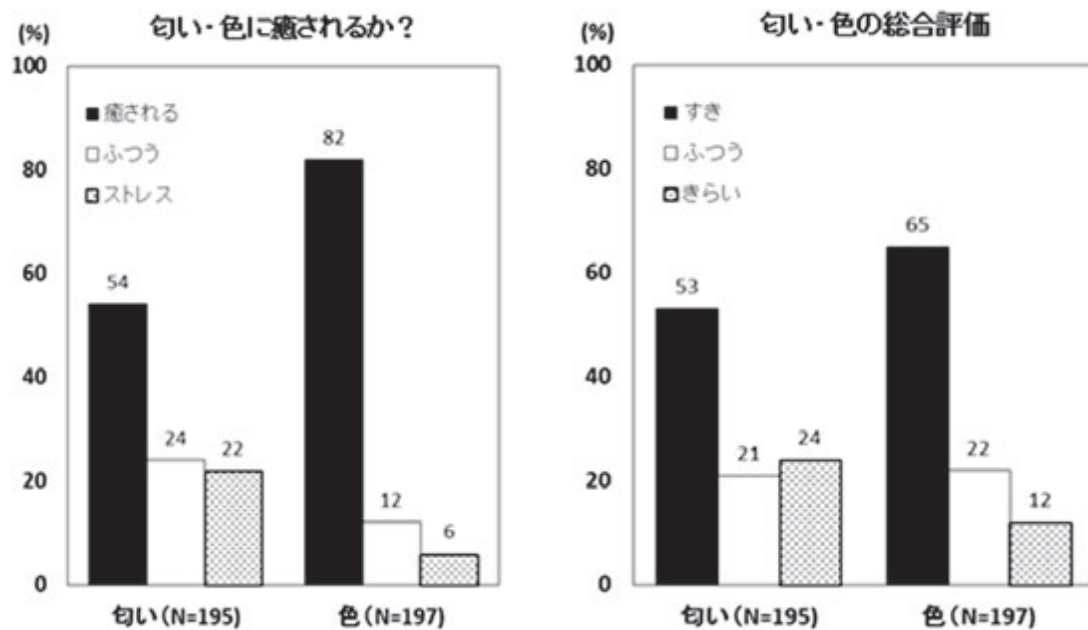


図8 匂い・色に対する全体評価

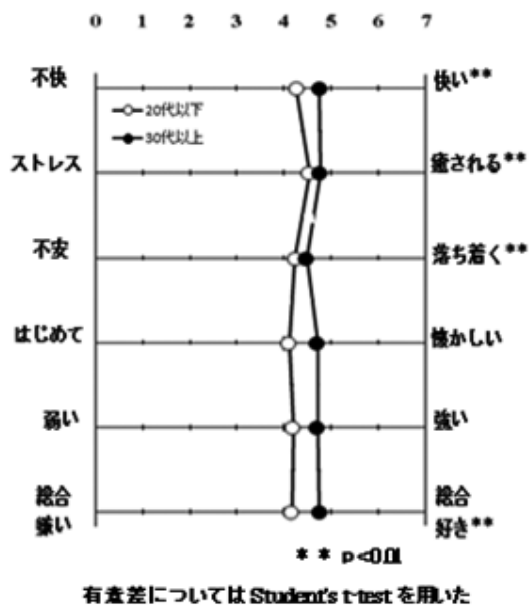


図9 お茶塗料の匂いに関する7段階評価

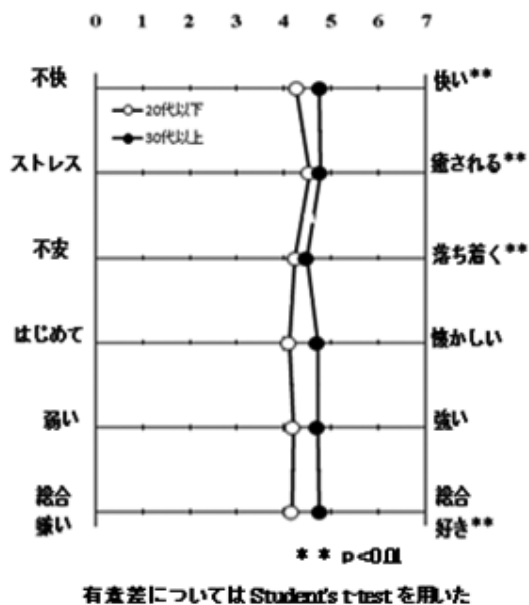


図10 お茶塗料の色に関する7段階評価

### 5. ものづくり教材への塗料の活用

お茶の塗料の製品開発と並行して、中学校技術科におけるものづくり教材への塗料の活用を探る。新学習指導要領中学校技術・家庭科<sup>12)</sup>の技術分野では「ものづくりなどの実践的・体験的な活動を通して材料と加工に関する知識・技術などを習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てること」を目標としている。お茶の塗料を、抗菌・消臭効果を持つ機能性材料として提示し、地域産業や産業廃棄物の活用という視点で環境を考える教材として取り扱う。

授業実践では、ボール紙をカッターやパンチなどを用いて自分のデザインに加工し、お茶の塗料を塗布し、部屋や車内に吊り下げて使うことのできる芳香剤(図11)の製作を行った。今回の授業は、製作したものを「誰かにプレゼントする」こととし、「使う人」を意識したものづくりを行うことで、販売されている製品、消費者と生産者の関係などを関連付けて学ぶ授業展開とした。

【場所】清水第五中学校

【日時】平成23年度2月2日(木)、9日(木) 14:15~15:00

【対象】中学校2年生 選択技術選択者16名

導入部ではまずこの塗料が世界で初めて開発されたお茶の塗料であることを話した。世界初というフレーズに子どもたちはとても興味を示し、授業全体を通して、世界で初めての授業を受けるといった嬉しさや興奮が伝わってきた。また、お茶の残渣を用いた塗料であること、抗菌・消臭効果を持つことを話し、プレゼントするひとにどのようなところで使用してほしいかを各自で考えるよう提案した。

カッターやパンチなどを用いて、見本を頼りにそれぞれが好きなデザインを考え、楽しそうに製作している様子が見られた。また、プレゼントするひとを意識し、デザインを考えながら取り組む子どもの姿も見られた。



図11 実践の様子

## 6. 商品化への展望

これら連帯して得た研究結果より、現在までに商品化を目指している商品案を図12～14に示す。図12は、MDF（木質繊維板）にレーザー加工を施し、お茶塗料を塗布した商品で、生活空間や車載での消臭・芳香剤を目的とするインテリア（壁掛け）である。お茶塗料は、すべて天然の素材を用いているため、人工の防腐剤や酸化防止剤を使用しておらず、日が当たる場所においておくと茶褐色へ変色する。これが天然である証拠でもあり、変色が商品の交換時期の目安とする予定である。在庫商品が空気や光の接触により変色しないように、アルミの袋を利用し、中に脱酸素剤を入れ、真空状態とし販売する。

次に図13は、節電を視野にいれた「うちわ」である。従来のうちわは、骨組みに和紙が貼られているが、この和紙の部分にお茶塗料を用いて文字をぬこうとすると、塗料が和紙に染み込み、抜いた文字の見た目が美しくない。よって、少し厚手ではあるが、板を木の葉に形どり、お茶塗料を塗布したうちわを考案した。このうちわは、うちわとしてお茶の香りを醸し出す他、うちわとして使用しないときには壁掛けとして、消臭効果に役立つ。

図14はフラッシュ構造の扉の内側にはめ込むお茶塗料を染み込ませたフィルターである。抗菌・消臭効果の特性を生かし、下駄箱やトイレなどの扉の内側への利用を考えている。扉の内側は日が当たりにくい場所であるため、長期的な効果も期待できる。

現在これらの商品化へ向けて取り組んでおり、今後、耐久性や割れ、めくれなどといった仕上がりについて検討していく。



図12 生活空間・車載用  
(消臭・芳香剤)



図13 うちわ



①目の粗いフィルター ①目の細かいフィルター

図14 フィルター

## 7. まとめ

お茶塗料の効能やアンケート調査の結果より、お茶塗料商品の可能性を探ってきたが、その中で見えてきたことは、このお茶塗料の深い緑色は世代に関係なく、多くの人が落ち着くという心身面に高い効果を示すことから、ストレス社会である現代のカラーセラピー的役割を果たすこと、またお茶で言われているような消臭・抗菌効果も強く示され、シックハウス症候群の原因でもある悪臭物質の消臭面から人にやさしく、茶がら利用の面から環境へもやさしい塗料として活躍できる可能性を持ち合わせていることである。しかしながら本研究では本来の目的のひとつであった耐水性や耐久性の向上まで言及することができなかった。これらは、お茶塗料の多方面での利用拡大のために、必要不可欠であり、今後の重要な検討課題となった。さらに、このお茶塗料は匂いの面では賛否両論あり、今後、嫌だと思われるにおいを追求し、除去していく事が必要となると考えられた。また消臭効果については悪臭物質の一度きりの暴露による効果の測定であったため、今後は、お茶塗料商品の最大吸収濃度の測定を行い、アンモニア、ホルムアルデヒドの最大吸収能を知る必要があと考えられる。

このようにまだまだ多くの検討余地を残しているものの、天然素材であるお茶がらを用いた塗料の開発は、カラーセラピー的役割や、悪臭物質によるシックハウス症候群減少への可能性も示唆しており、多方面から利用される塗料になるに違いない。お茶大国しずおかから、このお茶塗料を県外さらには世界中に発信していくことが、ほかならぬ地域活性へとつながり、お茶大国の地位をさらにゆるぎないものにすると考えられる。

本研究は平成23年度「地域課題に係る産学共同研究委託事業」の助成金を得て行った。



## 謝辞

本研究を行うにあたり、サンプルをご提供くださった有限会社藤浪木工所の藤浪秀樹様、またご協力頂きました技術科大学院生河村翔太さんに深く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 中村羊一郎 (2012) お茶王国しずおかの誕生 財団法人静岡県文化財団 p.14
- 2) 梶原勝美 (2012) お茶のブランド・マーケティング 専修大学社会科学年報 第46号 pp.3-15
- 3) 子安ゆうこ 他 (2004) 本邦におけるシックハウス症候群の大規模疫学調査 日本アレルギー学会誌53 (5). pp.484-493
- 4) 吉田辰夫 他 (2011) シックビル症候群患者の臨床所見並びに環境測定結果について 日本衛生学会誌 53. pp.25-32
- 5) 増田淳二 他 (2004) 茶殻を用いた消臭の効果について 生活衛生 48 (2). pp.92-96
- 6) Akiko Takagaki et al. (2000) Reactivity of green tea catechins with formaldehyde The Japan Wood Research Society 46. pp.334-3383
- 7) 戸田真佐子 他 (1989) 日本茶の抗菌作用および殺菌作用について 日本細菌学会誌44 (4). pp.669-672
- 8) 戸田真佐子 他 (1990) 茶カテキン類およびその構造類似物質の抗菌作用ならびに抗毒素作用 日本細菌学会誌 45 (2). pp.561-566
- 9) 高橋哲也 他 (2008) 抄紙法により作成された緑茶の茶殻配合紙の抗菌性 繊維学会誌 64 (12). pp.68-75
- 10) 竹下温子 他 (2011) 川内(せんで)きびなご鮭の発酵過程における美味しさと微生物の関わり～海洋性微生物について～ 鹿児島純心女子大学看護栄養学部紀要 15 pp.55-60
- 11) Wadden,R.A. et al. (1982) Indoor Air Pollution John Wiley and Sons pp.13-45
- 12) 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編 pp.3-5