

〈一般研究課題〉 リサイクル陶土を用いた新製品のデザイン開発

助成研究者 愛知県立芸術大学 田上 知之介



## リサイクル陶土を用いた新製品のデザイン開発

田上 知之介  
(愛知県立芸術大学)

## Design and Development of New Products Using Recycled Clay

Tomonosuke Tagami  
(Aichi University of the Arts)

### Abstract :

Challenges in recent years have been the exhaustion of clay resources and energy consumption when firing, in addition to society imposing the popularization of recycled pottery on the production area in the Mino region, which boasts an approximately 60% share of the national tableware production output.

This is a study on the design and development of new products using recycled clay in cooperation with companies and factories in this production area that have been engaged in the development of recycled pottery for the past 22 years. Recycled pottery design and development to date in the production area primarily focused on low-priced products based on mass production and mass consumption, and as it has been undertaken by specific companies, it has been sluggish for the past ten years or so. However, this study shows that, through cooperation and coordination using non-specific industrial technology owned by each production company and factory, product development that can respond to today's diversified consumer needs is possible and that there is the potential to create a new production systems and networks. The results of this study can be used to stimulate the production area by cultivating new markets for recycled pottery and to assist with activities to promote resource circulation and environmentally-friendly manufacturing.

## 1. はじめに

日本におけるリサイクル陶磁器の取り組みは、1997年の「グリーンライフ21プロジェクト」(岐阜県)に端を発し、2001年の「有田エコポーセリン21」(佐賀県)、2004年の「Re瀬戸」(愛知県)など、全国的に広がった。それらは、リサイクル陶磁器による食器のデザイン開発をはじめとして、食器リサイクル全国ネットワークの形成など、数多くの実績をあげ一定の市場を形成してきた。しかし、リサイクルされた一般食器(強化磁器食器以外の食器)販売額は、2009年を境に減少傾向にあり、市場開拓が進んでいない。近年、陶磁資源の枯渇と焼成時の消費エネルギーが問題視されており、日本一の陶磁器生産量を誇る東海地方におけるリサイクル陶磁器の普及は、産地に課された社会的な問題である(図1、図2)。



図1. 枯渇化がすすむ鉱山(愛知県瀬戸市)



図2. 各地から産地に集められた廃食器

筆者が2015年から3年間、岐阜県瑞浪市を中心にリサイクル陶磁器のブランディングや販路開拓に参画する中で、リサイクル陶磁器の市場開拓が進められない様々な要因の内、生産者が最も苦慮している事柄が「新製品の開発」にあることが明らかになった。大量生産を得意とする東海地方では、低価格帯の製品を大規模市場に限られた販路で流通させることを前提にした製品が大部分を占め、今日の多様化した消費者ニーズに対応できる製品が少ない。しかし近年、企業の3DCAD/CAM技術の導入や生産技術研究によりリサイクル陶磁器の生産技術が向上していることに加え、各企業・工場の特長を生かした協力・連携体制が整いつつある。

本研究は、東海地方の陶磁器産地の中でも特にリサイクル陶磁器の開発に携わってきた岐阜県瑞浪市の企業・工場を中心として周辺産地も視野に入れながら連携し、リサイクル陶土を用いた高付加価値な製品を大規模産地においてデザイン開発するものである。これまで同産地におけるリサイクル陶磁器のデザイン開発は、特定の企業との連携によるものであったため、大量生産・大量消費を前提とした低価格帯の製品が多い。生産する企業・工場を特定せず各々が持つ生産技術を活用し協力・連携することにより、デザイン提案の幅が広がることと、新たな生産体系やネットワークを形成し得る可能性があることに本研究の特長がある。本研究を通して、リサイクル陶磁器の新たな市場を開拓すると共に、資源循環と環境負荷の少ないモノづくりを普及させることを目的としている。

## 2. 研究の手順と方法

本研究における「新製品の開発」は、多様化した消費者ニーズに対応し 新たな生産体系および

ネットワークを形成することを目的としていることから、製品を生産する産地や企業・工場を特定せず、デザインワークを始めることにする。その後、完成したデザイン案(プロトタイプ、図面)を元に、聞き取り調査を中心としたフィールドワークを行いながら、生産する企業・工場を決定していく方法で新製品のデザイン開発を行うこととする。

## 2.1. デザインの検討とプロトタイプの制作

東海地方で生産されているリサイクル陶土を用いた製品は、同地域で積極的にリサイクル陶磁器の普及活動に注力してきた企業を中心に生産され、成果を上げてきた。これら企業の多くは、ローラーマシンによる自動成形ライン、トンネル窯、パッド印刷などの量産技術を導入しており、年間生産量が多いことから自然環境へのダメージを軽減させるモノづくりの重要な役割を担ってきた。一方で、こうした生産技術を前提にデザインされた製品は、マグカップ、皿、鉢、ボウル類がその多くを占めている。製品開発においても、形状やサイズの微妙な変化、釉薬や絵付けによる変化にとどまるものが多く、似通った製品群にならざるを得ない。そこで本研究では、これまで同地域においてリサイクル陶土を用いた製品には無く、新たな市場と価格帯が見込まれるコーヒーウェアをデザイン展開することにした。

コーヒーウェアのデザインを検討するにあたり、珈琲専門家の意見を取り入れながら製品イメージを固めていき、必要とされるアイテムと各種容量を次の通り決定した。

- ① エスプレッソカップ (60cc)
- ② デミタスカップ (75cc)
- ③ コーヒーカップ (150cc)
- ④ ソーサー (エスプレッソ・デミタスカップ兼用、コーヒーカップ用)
- ⑤ シュガーポット
- ⑥ コーヒーサーバー (300～350cc)

また、使用後に洗いやすく高台に水が溜まりにくいことと、収納時にスタッキングが可能なことを条件とし、デザインの特徴になるよう工夫した。

製品イメージを具現化していくプロセスは、簡単なアイデアスケッチを行った後、実寸大の石膏モデルにより検討を繰り返していく方法で行った(図3)。また、手による削り出しが困難な箇所には、3DCAD/CAMを部分的に導入し検討した(図4)。最終的なプロトタイプは、石膏モデルを元

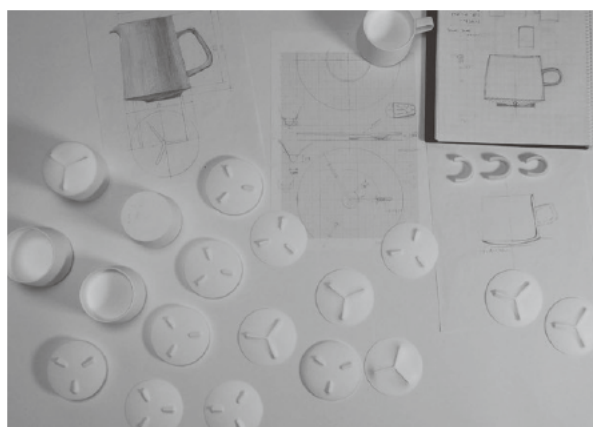


図3. 石膏モデルによる検討

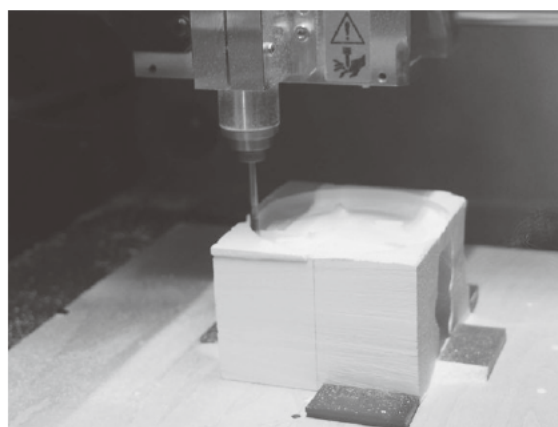


図4. 3DCAD/CAMによる石膏モデルの切削

に手描き図面を作成した後、3DCAD/CAMと手作業により制作した(図5)。

## 2.2. 生産地域と工場の選定

完成したデザイン案を元に、リサイクル陶磁器の生産・普及活動に積極的に取り組み、多数の製品開発実績がある岐阜県瑞浪市の市原製陶株式会社を中心に、同社取引先、瑞浪市窯業技術研究所、グリーンライフ21プロジェクトのキーパーソンである長谷川善一氏らに聞き取り調査を行った結果、複数の工場が候補として

挙げられた。調査を元に、美濃地域(岐阜県多治見市、土岐市、瑞浪市)の陶磁器製造工場を中心にフィールドワークを行った。工場の選定にあたり、持続可能な新しい生産体系を構築していくために 次の要件を備えた工場に試作製造を依頼することにした。

- ① 少 中量生産(1日あたりの生産量が数ピース 500ピース程度)に対応可能な成形設備であること。
- ② 焼成は 外注またはシャトル窯で行っていること(図6)。
- ③ 新たな要望(リサイクル陶土による製造、デザイン上の微細な作業など)に対応可能なこと。
- ④ 製造する技術者が高齢化していないこと。

また、各々が得意とする生産技術を活かすため、各種アイテムの製造を一つの工場に集約せず、成形方法に応じて製造工場を分散させる方法をとった。

## 2.3. 原形および見本型の制作

原形制作は、プロトタイプ制作時の経験を元に、各形状のベースを3DCAD/CAMで作成した後、筆者の手作業により仕上げていく方法をとった。リサイクル陶土の過去の焼成データを参考に、収縮率を考慮した拡大率は115%に設定した。また、筆者が考える理想的なフォルムに近付けるため、部分的に見本型(試作用の型)にも手を加える方法をとった(図7)。見本型の制作は、成形工場との連携体制が整っていることを条件とし、成形方法を考慮した上で依頼先を3社選定した。

## 2.4. 原料および成形方法

成形に使用するリサイクル陶土は、ヤマカ陶料株式会社のRCL-2〔使用済み食器を粉砕・原料化した再生材(以下、セルペンと称す)を20%配合した陶土〕を使用する。成形はデザインした各アイテムに相応しい成形方法を採用した(図8)。尚、アイテムによって水ゴテ成形とローラーマシン成形の双方を採用した。水ゴテ成形は、成形技術を有している製造業社が美濃地域に数件程度しか



図5. 完成した石膏プロトタイプ

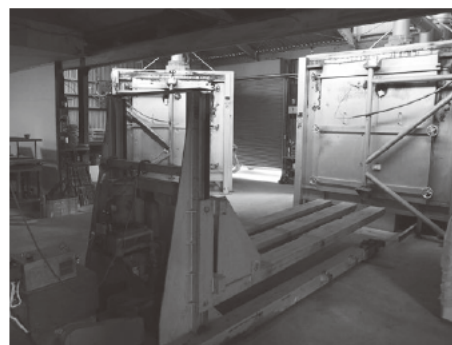


図6. シャトル窯(晋山窯ヤマツ)



図7. 見本型の仕上げ作業

ないことから、製品化以降の製造が困難になることが予想されたためである。しかし、多品種少量生産に適した同技術は、本研究の目的に合致しており、試作に終わったとしても採用しておく必要があった。また、土の水分含有量が多く技術者の技量に左右される水ゴテ成形と、土の水分含有量が少なく安定した成形が可能なローラーマシン成形の収縮率の違いや完成度の差異を比較検討しておくことも、これから同産地に必要な研究データとなり得ると考えたからである。

アイテム		成形方法
①	エスプレッソカップ (ボディー)	水ゴテ成形/ローラーマシン成形
②	デミタスカップ (ボディー)	水ゴテ成形/ローラーマシン成形
③	コーヒーカップ (ボディー)	水ゴテ成形/ローラーマシン成形
④	ソーサー (2種)	圧力鑄込み成形
⑤-a	シュガーポット (蓋)	圧力鑄込み成形
⑤-b	シュガーポット (ボディー)	水ゴテ成形/ローラーマシン成形
⑥	コーヒーサーバー (ボディー)	排泥鑄込み成形
⑦	取っ手 (4種)	排泥鑄込み成形

図8. 各アイテムの成形方法

## 2.5. 焼成方法

本研究で使用するリサイクル陶土は、セルベンが20%混入されているため、一般的な磁土や白さを追求したリサイクル陶土と比較すると焼成後の白さに劣る(図9)。そこで、焼成方法と釉薬を工夫することにより、白さよりも素材の持つあたたかみを活かそうと考え、酸化焼成を採用した。また、消費エネルギーに配慮した焼成とした(図10)。



図9. 粉碎・原料化された再生材(セルベン), 神明リフラックス株式会社/岐阜県土岐市

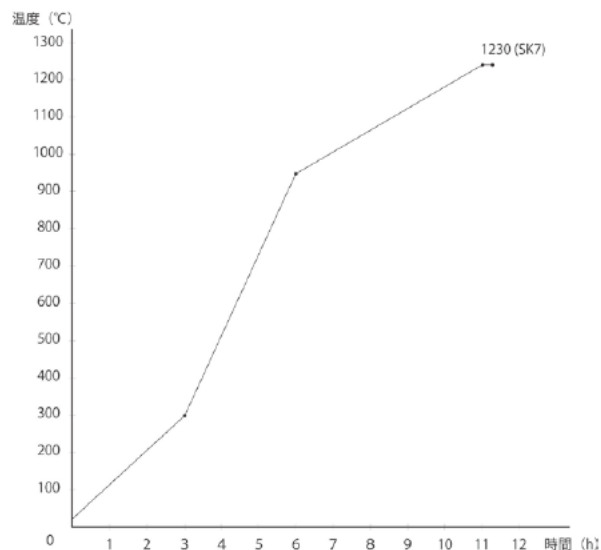


図10. 酸化焼成グラフ

## 3. 研究結果

### 3.1. フィールドワーク(岐阜県多治見市、土岐市、瑞浪市)

フィールドワークの結果、各工場が扱っていないリサイクル陶土を新たに導入することは、現在稼働している生産ラインを停止することになるため、多くの工場に断られる結果となった。しかし、美濃地域において少・中量生産に対応した各種成形技術が存在していることが確認された。また、リサイクル陶土の普及活動に共感し、協力を積極的な若い世代の技術者と数多く出会えたことは予想外の成果であった。

### 3.2. 成形

各成形方法の結果について、以下に記す。

#### 3.2.1. ローラーマシン成形(晋山窯ヤマツ株式会社/土岐市下石町)

少・中量生産に対応できる(自動成形ラインではない)工場の協力が得られ、安定した成形と完成

度が確認された(図11)。

生産量は型数やアイテム数にもよるが、本研究で試作したコーヒーウェアの場合、1日あたり1アイテム30~40ピースから400ピース程度まで対応可能である。

### 3.2.2. 水ゴテ成形(タキ製陶/土岐市下石町)

少量生産に対応できる工場の協力が得られ、安定した成形と完成度が確認された(図12)。また、成形に必要なコテの費用は、ローラーマシンに用いるコテの2割程度に抑えられる。ローラーマシン成形と比較し、収縮率や完成度に差異は見られなかったが、成形する厚みの微調整に長けていることが分かった。一方で、陶土の水分量を多く必要とする水ゴテ成形では、リサイクル陶土を用いた場合、型離れの悪さが確認された。一般的な磁土と比較すると、その生産量は6割程度まで落ち込むことが分かった。

生産量は型数やアイテム数にもよるが、本研究で試作したコーヒーウェアの場合、1日あたり1アイテム1ピースから200ピース程度まで対応可能である。

### 3.2.3. 圧力鑄込み成形(井戸田/多治見市市之倉町)

工場の協力が得られ、安定した成形が確認されたが、成形後の変形が多く見られた(図13)。原因の一つに、一般的な磁土と比較して離型後の素地に水分が多く残っていることが考えられる。また、変形の大きな原因は、形状の厚みとソーサー裏面の形状デザインにあり、今後改良する必要がある(図14)。



図11. ローラーマシン



図12 水ゴテ成形機



図13 圧力鑄込みの様子



図14. ソーサー裏面の形状

### 3.2.4. 排泥鑄込み成形

研究期間内に工場の協力が得られなかったため、筆者の研究室で成形を行った(図15)。成形および離型に問題点は無かったが一般的な磁土と比較して、鑄込みに要する時間が2~3倍掛かることが分かった。尚、研究の過程でリサイクル陶土の排泥鑄込みに対応可能な工場の存在が確認されている。



図15. 排泥鑄込みの様子

### 3.3. 焼成

試作焼成は、筆者の研究室で行った。焼成の結果、＜2.3.原形および見本型の制作＞で示した収縮率とは大きく異なった。＜2.5.焼成方法＞・(図10)で提示した焼成環境下での収縮率は、約10%にとどまった。したがって、本研究の焼成方法を用いた場合の原形制作時における拡大率は、111%に設定する必要があることが分かった。

### 3 4. 新製品のデザイン開発

先行してデザインワークを行い、生産する企業 工場を決定していく方法で新製品のデザイン開発を行った結果、大量生産を得意とする美濃地域においても少・中量生産による新たな製品開発が可能であることが明らかになった。また これまで同地域においてリサイクル陶土を用いた製品群には無い、新たな市場と価格帯が見込まれるコーヒーウェアが完成した(図16)。



図16. 完成したコーヒーウェア

## 4. 考察

### 4.1. リサイクル陶土の活用と普及

本研究の成形作業を通して、リサイクル陶土が陶磁器原料として非常に高い完成度であることを確認した。不要となった食器回収の全国ネットワークを構築し、回収後に粉碎・原料化した再生材を作り、それらを配合した陶土を生成し、その陶土を用いて新たな製品にしてきた美濃地域の企業や研究者の試みは、あらためて心に響くものがある。一方、完成度の高い原料であるにもかかわらず、多くの製造業者が導入していない背景には、リサイクル陶磁器製品の売り上げが減少しているだけではなく、生産効率の悪さや焼成後の美しさに欠けることから、生産者にとって原料価格に見合うメリットが少ないことが分かった。こうしたことから、リサイクル陶土の原料に対する考え方や活用方法を見直すことで、資源循環と環境負荷の少ないモノづくりの更なる普及に繋がるのでは

ないかと考える。

現在、美濃地域における原料としてのリサイクル陶土は、セルベンを20%配合した陶土とセルベンを50%配合した陶土が中心である。これは、エコマークの認定基準が、使用済み食器を回収した後、粉碎・原料化したセルベンを15%以上配合した陶土であることに基づいている。これらの主力原料に加えて、生産効率や素材の美しさを損なわない範囲の原料を開発してはどうだろうか。3～5%程度のセルベンの配合率でも、同産地の生産規模を考えると意義深い。エコマークは無くても、産地全体が資源循環に取り組んでいるとなれば、その活動そのものが産地全体のブランディングに繋がると考える。また、タイルや建築材など、食器以外の分野への製品開発にも可能性がある。さらに、現状の製品は全て、リサイクル陶土のみを原料に用いてシリーズ構成されているが、成形が困難な形状や白さが求められるものなど、一部アイテムに他の原料や素材を用いることも一案である。そうすることで、製品開発における発想の幅も広がり、開発可能な製品のバリエーションは大きく広がると考えられる。

#### 4.2. 新しい仕組みの構築

リサイクル陶磁器の市場開拓が進められない様々な要因の内、生産者が最も苦慮している事柄が「新製品の開発」にあると冒頭で述べた。しかし、これまで開発されたリサイクル陶磁器の製品群に目を向けると、魅力的なデザインが多く製品数も少なくない。それではなぜ、リサイクル陶磁器の販売額が、2009年を境に減少傾向にあり市場開拓が進んでいないのだろうか。その要因の一つは、リサイクル陶磁器の取り組みが始まった22年前(1997年)から現在に至るまでの「社会変化」にあると考える。1990年代はじめから始まったエコブームの後押しもあり、リサイクル陶磁器のデザイン開発は軌道に乗り、一定の市場を形成した。当時の需要と美濃地域の量産システムによる供給のバランスが取れていたと言える。しかし近年、多様性が認められる社会に変化してきたことによって、消費者のニーズも多様化している。大量に生産し消費された時代から、つくり手の背景や想いが見えるものが求められ始めているのである。

本研究では、こうした「社会変化」に対して、リサイクル陶磁器に限らず美濃地域全体が対応していないとの考えから、少・中量生産を条件に製品開発を進めた。本研究の成果が、今日の多様化した消費者ニーズに適応しているかどうかは今後検証が必要だが、大量生産を得意とする美濃地域においても少・中量生産による新たな製品開発が可能であることを示した。このことは、同産地において今後、製品開発におけるデザイン提案の幅を広げることに関わると考えている。また、従来の量産システムの方で、新たな生産体系やネットワークを形成していくことによって、現代のニーズに適応した新製品の開発や新市場の開拓など、新たなビジネス展開が期待される。さらに、新しい製品が加わることによって、従来製品(大量生産品)との相乗効果が生まれ、産地が活性化していくと考える。そして、それらを実現していくためには、実験的あるいは挑戦的な取り組みができる「新しい仕組み」を企業内に構築していく必要があると考える。

#### 5. まとめ

本研究では、生産する企業・工場を特定せず各々が持つ生産技術を活用し協力・連携することにより、大規模産地においてリサイクル陶土を用いた少・中量生産のコーヒーウェアをデザイン開発し、新たな生産体系やネットワークを形成し得る可能性があることを示した。また、研究結果に基



づく考察において、リサイクル陶土の活用と普及のために次の必要性を示唆した。

- ・ セルベンの配合率が低いリサイクル陶土の開発
- ・ タイルや建築材など、食器以外の分野の製品開発
- ・ リサイクル陶土以外の原料との併用による製品開発

さらに、美濃地域における陶磁器産業の進展のためには、企業内に「新しい仕組み」を構築することに可能性があると述べた。

今後は、本研究でデザイン開発したコーヒーウェアが、今日の多様化した消費者ニーズに適応しているかどうかを検証していく。また、本研究の成果を活用し、リサイクル陶磁器の新たな販路を開拓することで産地を活性化し、資源循環と環境負荷の少ないモノづくりを普及させる活動の一助としていきたい。本研究での取り組みが、産地に新しい生産体系やネットワークを形成する端緒となれば幸いである。

## 謝辞

本研究および制作において、長谷川善一氏、松本珈琲工房、晋山窯ヤマツ株式会社、タキ製陶、井戸田勇氏、瑞浪市窯業技術研究所、有限会社マルモ成型所、有限会社山加成型、合資会社山口一見成型所、有限会社タムラ機工、株式会社天野化学、ヤマカ陶料株式会社、神明リフラックス株式会社にご協力とご助言をいただきました。また、愛知県立芸術大学大学院の趙宰瑩氏、宮下陽氏は制作に、周業欣氏は制作記録にご協力いただきました。最後に、本研究にご理解いただき全面的にご支援いただきました市原製陶株式会社の金津洋一会長、多くの時間を費やし技術的サポートと丁寧なご助言を賜りました孫孝遠デザイン次長に誌上を借りて心より感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) リサイクル陶磁器による美濃焼の新たなブランド展開プロジェクトにかかる報告書,瑞浪商工会議所,2016
- 2) リサイクル陶磁器による美濃焼の新たなブランド展開プロジェクト本体事業1年目にかかる報告書,瑞浪商工会議所,2017

