

# 食器

(～現在)

食器には陶磁器が使用されているが、その理由としては、陶磁器が、高温で焼成されているため、化学的に安定で、耐熱性に優れ、硬く変形しないことが挙げられる。食物は口を経て体内に摂取されるので、食器は第一に衛生的であることが求められる。その点では、陶磁器は表面が、緻密で滑らかなガラス質の釉薬に覆われているので、水洗が容易で衛生性が保てる利点を持っている。また、酸の影響により食器表面の加飾から溶出する重金属のPb、Cdについては、人体に有害なので、溶出量が法律<sup>注1)</sup>で規制されている。最近ではCoなど他の重金属溶出量規制を設けている欧州の国も現れている。しかし、食器には、その美しさと機能性で、食事の楽しみを側面から助けるといった要素もあり、陶磁器の生地の色や透光性の追求、多様な絵付け技法の開発、無鉛ガラスの開発などの製造・技術上の努力が続けられてきた。現在では、電子レンジ、オープンIH、食器洗浄機などに適合した機能的な食器が設計・開発され市販化されている。食品のあたためには欠かせない電子レンジ対応のためのGold/Pt加飾材料の開発についても既に完了している。

## 1. 製品適用分野

陶磁器食器 (図1: 陶磁器食器の例)。



図1 陶磁器食器 (磁器)  
Pb & Cd Free 上絵赤絵具採用の商品例  
(軟質磁器 (ポーンチャイナ))

## 2. 適用分野の背景

日本の陶磁器の発祥は、約1万年の昔に遡るとも言われ、原始土器の類から次第に進んで陶器・炆器<sup>注2)</sup>・磁器の順に発展した。具体的には、鎌倉～室町時代に、地場に密着した形で窯元が起り、江戸時代になって1616年に有田で、磁器が開発され、やがて明治になると、陶磁器産業は、西洋から陶磁器製造の近代技術を取り入れ輸出産業として発展していった。しかし、陶磁器(和食器+洋食器)の国内生産者出荷額は、1991年の1,863億円を境に減少傾向に転じ2019年(新型コロナウイルス感染症拡大前)には250億円になり約13.4%にまで落ち込んでいる。<sup>注3)</sup>

## 3. 製品の特徴と仕様

陶磁器は、焼結した素地とガラス化した釉薬の複合体である(図2: 陶磁器の分類)。磁器においては、素地の高い白色度と透光

見学可能：  
一般百貨店、陶磁器専門店、愛知県陶磁資料館、岐阜県陶磁資料館

Key-words：硬質・軟質磁器、素地、釉薬、焼成雰囲気

注1 日本食品衛生法、FDA、など世界各国の法律

注2 磁器と陶器の中間の性質を持つ焼きもので、有色、不透明で吸水性はほとんどない。ストーンウェアに相当する。

注3 経済産業省発行の生産動態統計月報より

分類	素地の色	釉薬	吸水率(%)	透光性	打音	焼成温度(°C)	
土器	有色	なし	あり	なし	濁音	700～1,000	
陶器	軟質陶器	白	あり (10～25)	なし	濁音	1,050～1,150	
	硬質陶器	白	あり (4～10)	なし	濁音	1,100～1,250	
炆器	有色	あり/なし	0～3	なし	濁音	1,150～1,300	
磁器	軟質磁器	白	あり(フリット釉)	0	あり	金属音	1,100～1,300
	硬質磁器	白	あり	0	あり	金属音	1,200～1,450
	強化磁器	白	あり	0	なし	金属音	1,200～1,350

図2 陶磁器の分類

注4 上絵と同様の絵付工程であるが、絵付焼成温度を、釉薬の軟化温度まで上昇させることにより絵柄が釉層の中に“沈み込む”（シンクイン（sink in））様にする絵付手法。

注5 硬質磁器と軟質磁器は素地の磁気化する温度が高いか、火度の低い原料を用いることにより磁器化する温度が低いか、により呼称を分けている。硬質磁器の代表例は白磁、軟質磁器の代表例はボンチャイナ。

性が品質上重要であり、含有する  $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$  を低く抑えることが求められる。特に  $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$  の含有%の低い粘土、カオリンの選択使用は重要となる。素地と釉薬には各々の熱膨張係数の差によって、相互に引っ張り力と圧縮力が作用しており、安定した耐熱衝撃性状を持たせる為に、釉薬には圧縮応力がかかるように設定されている。

本焼では酸化、還元焼成雰囲気の設定条件により磁器の色合いが異なる。鉄 (Fe) イオンの価数が酸化雰囲気では3価で赤みを帯び、還元雰囲気では2価で青みを帯びるためである。

陶磁器の加飾は転写やスプレー、素描によって施さ

れるが、釉薬層との上下関係により上絵、下絵、イングレース絵<sup>注4)</sup>に分類できる。下絵、イングレース絵は絵柄が剥げたり、絵具の含有金属が溶出したりすることがないという長所があるが、発色が制約されるという短所もある。

#### 4. 製法

日本で主流の陶磁器素地の製造工程のフローを<sup>図4</sup>に示す。調製・成形工程では湿式方法を採用している。

理由は湿式が混合・粉碎で効率が良いだけでなく、成形において土に可塑性を与えるために水の作用が必須であるからである。可塑性は土に使用する原料のうちカオリン、粘土の特性に起因するが、ろくろ成形が可能となるのは、真空土練によ

って、粒子間の気泡が取り除かれ、密着性が高められ、十分な可塑性が得られるからである。

鑄込みでは、泥漿を加圧タンクから石膏型に鑄込んで成形する。泥漿は成形後の余剰土に水と水ガラスなどの解膠剤（分散剤）を加えて調製される。石膏はその高い吸水特性から、成形用の型として使用されるが、石膏型の加熱乾燥の作業温度は、型割れや分解が起こらぬように60℃（乾燥した型では50℃）以下に保つことが望ましい。施釉と焼成の工程は硬質磁器と軟質磁器<sup>注5)</sup>では異なり硬質磁器では、素焼→施釉→本焼となり、軟質磁器では締焼→施釉→釉焼となる。

硬質磁器と軟質磁器の製造上の大きな相違点は以下の2点である。1) 素焼品は高い吸水性を有するのに対し締焼品は吸水性がなく、施釉の方法が、硬質磁器はディップ (dip) 掛けであるのに対し軟質磁器ではスプレー (spray) 掛けとなる。2) 硬質磁器では1回の本焼で、素地を磁器化させ同時に釉薬を溶融させるが、軟質磁器では素地の磁器化（締焼）と釉薬の溶融（釉焼）は別々の温度での焼成となる。その為硬質磁器では素地の

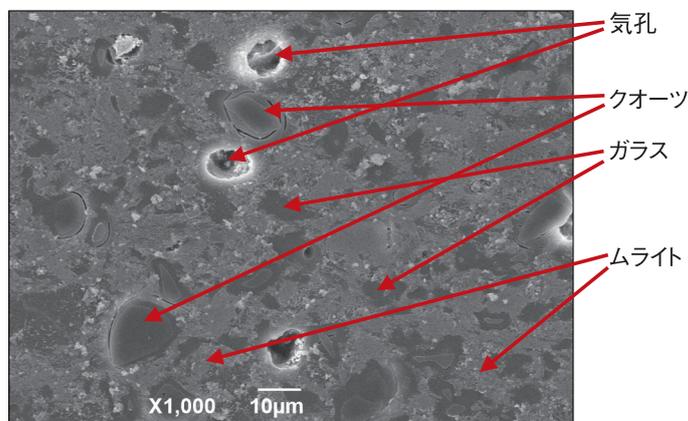


図3-1 硬質磁器のSEM写真

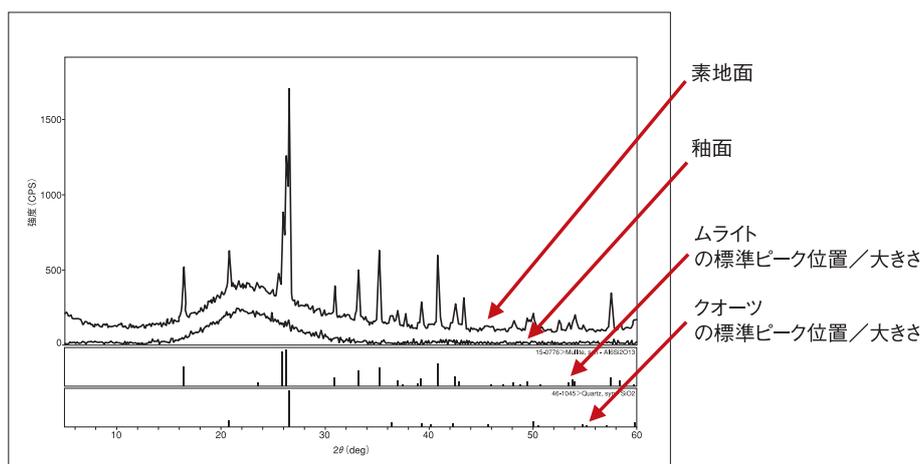


図3-2 硬質磁器のX線回折図

X線回折では素地中の結晶鉱物としてムライト ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )、クォーツ ( $SiO_2$ ) が同定でき、SEM写真では、クォーツ（大きな結晶粒界にクラックが見られる）、微細結晶のムライト、均一組織のガラス相が確認できる。釉薬は、X線回折で結晶鉱物のピークは認められずガラス構造であることが分かる。(SEM試料はHF処理済み、X線回折試料は皿から切り出し)

焼結と釉薬の溶融とが本焼温度に一致する様に各々の組成を適正に設定することが重要となる。軟質磁器では締焼と釉焼の温度が別々に選べるので、そのような制約は少ない。軟質磁器では締焼温度と釉焼温度の差を大きく取ることが形状保存のために重要で、釉薬原料に低溶融点のフリットを使用することにより可能となる。

## 5. 将来展望

商品の安全・安心、環境配慮、などの観点から、様々な工業製品に対して規制強化が進んでいる。食器に対しては、絵具や色釉に含まれる無機化合物に対する規制強化が徐々に進んでいる。またSDGsやカーボンニュートラルは、天然原料を使用し焼成する“焼き物”である食器にとっては大きな課題である。廃棄物（使用済み食器や検査不良品）を減らすためのリサイクル食器については商品化が完了しているが、残された沢山の難しい課題に対し、産・学・各自治体試験機関が力を合わせて一歩一歩課題解決にあたっていく。

### 文献

- 1) 三井弘三, “概説 近代陶業史”, 日本陶業連盟 (1979) pp.1
- 2) 日本セラミックマシナリー協会編 “セラミックマシナリーハンドブック”p171

[連絡先] 後藤 康博

(株)ノリタケカンパニーリミテド  
食器事業部 事業企画部  
〒451-8501  
名古屋市西区則武新町三丁目1番36

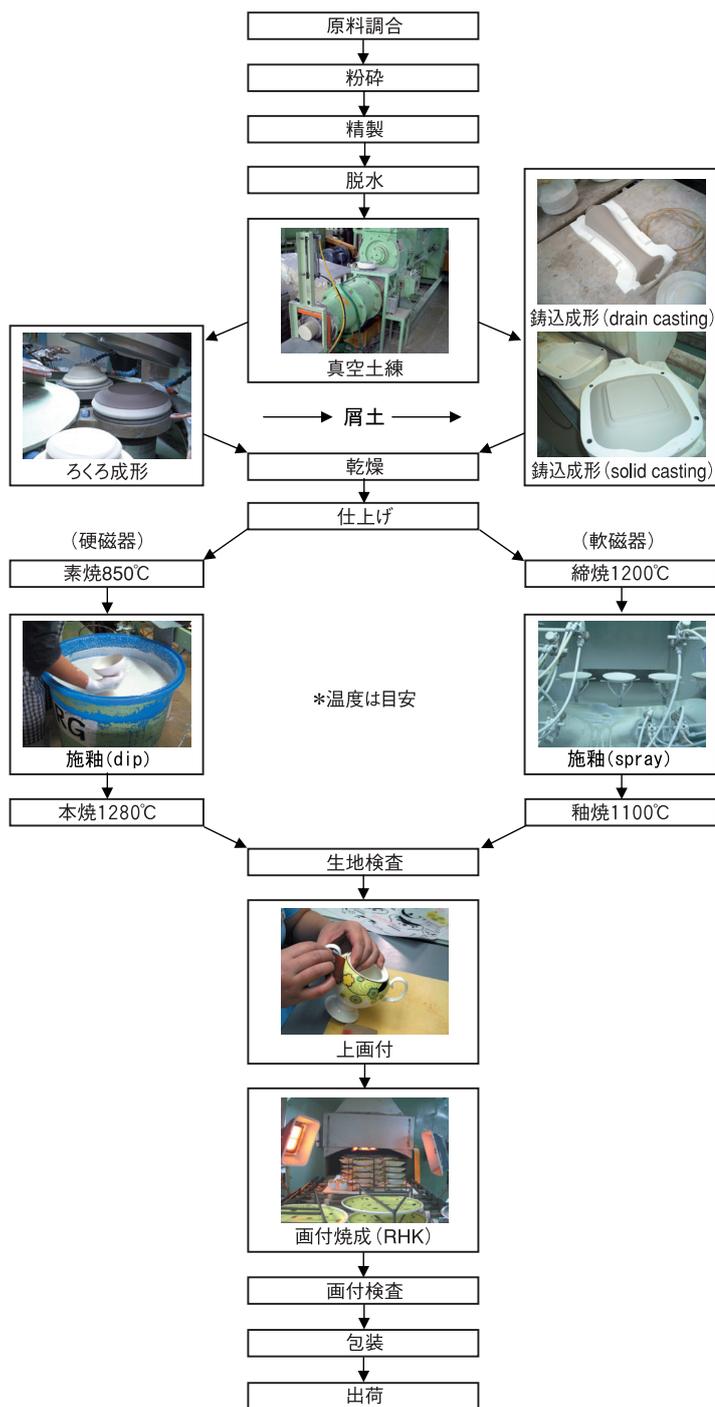


図4 磁器製造のフロー