

《 こんなところにも「鉄」が顔をのぞかせる 》

青磁と鉄 透明な青色の「青磁」も鉄の技 Iron Road の仲間入り びっくりです

丹波篠山市立杭 兵庫陶芸美術館 「青磁の今」展 2015.5.19.

こんなにさわやかに澄んだ「青」がある 梅雨の前の蒸し暑いひと時 心地よい

2015.6.1. by Mutsu Nakanishi



兵庫県篠山市立杭 陶の郷にある陶芸博物館で「青磁のいま」の展覧会が開催中と知り、そのポスターに描かれた「青磁」の美しさに魅せられ、会期末も迫った5月19日 立杭の陶芸美術館に。青磁の器は「その形と透きとおった青」が魅力と教わりましたが、展示されている作品の美しさは本当に素晴らしい。梅雨前の蒸し暑いひと時、新緑につつまれた陶芸の郷 立杭で見る「青磁」の色はまた格別。本当に涼よかで 心地よい。

陶芸美術館ので展覧会の映像資料を見ていて、びっくりしたのですが、  
青磁の透き通った青の秘密は

「青釉に添加された第二酸化鉄が焼成中に還元されて、第一酸化鉄となり  
主成分の植物灰と一緒に溶融してガラス化することによる」と。

知らなかった。

青磁の故郷は中国 それが日本へ伝わった Iron Road で培われた技術。  
予想もしていなかったあの透明な青色の青磁の「Iron Road の仲間入り」に  
びっくりです。

また、「二重貫入」についてはよく知りませんでした、  
こんな細かい美しい貫入がはいるのかと、それにもびっくり。  
うれしい「青磁のいま」の展覧会でした。



「青磁」というと私には 山口で仕事をしていた時以来、ずっと親しくしていただく 山口の萩焼の陶芸家 田中講平さん。萩焼と共に砥部青磁の伝統も受け継ぐ青磁の名手でもあり、田中さんの「萩」と「青磁」の作品に魅せられている。

溶接材料や鉄鋼材料・セラミックスの仕事をやってきた私にとっては、陶芸の釜焚きには興味津々で、せっせと工房を訪ねては、陶芸の話聞かせてもらう。「萩」・「青磁」それぞれの魅力についても 教えてもらったことがある。そんなこともあって、「陶器と磁器」それぞれ味の違う器ではあるが、それぞれに思い入れがある。でも 青磁の「青」に こんなに深く「鉄」がかかわっていたとは全く知りませんでした。田中さんの作品にすっかり魅せられて長くなりましたが、こんな鉄との出会いがあったとは…これも不思議な縁。びっくりしています。

## 「青磁と鉄」あの透明な青色の青磁も Iron Roadの仲間入り by Mutsu Nakanishi

透明感のある青緑色の磁器「青磁」は 紀元前14世紀頃の中国（殷）が起源とされ、後漢代に流行し以後次第に普及し、その製造技術は日本や高麗にも伝播した。

青磁の釉薬は植物灰を主成分とし、第二酸化鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が添加された高火度釉で1200度以上で焼成されるという。焼成によって原料の植物灰に添加された酸化第二鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が還元雰囲気中で還元され、酸化第一鉄 (FeO) ができ、植物灰と一緒に溶融混合して、その配合に応じて、青～緑色を発色した透明ガラスになる。

それが、青磁のあの色 特徴的な青緑色なんだと……………

現在では石灰バリウム釉を基礎釉とし、珪酸鉄を着色剤として使用することで澄んだ青色を得ることができるが、本来の青磁は灰釉である。

還元雰囲気程度の程度と釉薬中に含まれる鉄分量によって、黄色がかった緑から、空の青色まで発色が大きく変化するという。青磁の釉薬を器にかけ、酸化雰囲気中で焼くと酸化第二鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が還元されないため、黄色に発色するという。

純鉄は「銀白色」 第二酸化鉄は「赤さび色」と知っていますが、第一酸化鉄 (FeO) は「黒」と何とはなしに思っていたのですが、青磁のあの透明な澄み渡った青緑色には 高温で還元された第一酸化鉄 (FeO) が植物灰と混ざり合ってガラス化することが絡んでいるという。はじめて聞く話にびっくり。

また透明ガラスを割った時の断面が青白く見えるのもこの第一酸化鉄 (FeO) の精だと。

そういえば 高温でガラス化した溶接スラグも断面は真っ黒なガラスに見えるが、薄くして 光にかざすと黒くはない。溶接の遮光ガラスも濃い緑色だ。

インターネットを調べると色ガラスについて 下記のような資料がありましたので、添付

[http://www.hakko.co.jp/contest/report01/07\\_20070608.pdf](http://www.hakko.co.jp/contest/report01/07_20070608.pdf)

<https://www.asahiglassplaza.net/gp-pro/knowledge/vol20.html>

### 植物からガラスを作るより

表1 各ガラスの分析表

組成 (%)	Pb	Si	Al	K	Fe	S	Ca	考 察
割れた窓ガラスの組成	-	52.3	8.6	3.5	0.8	1.7	32.9	組成から分かるよう
江戸切子 (一般用)	-	60.6	10.7	-	-	-	9.3	に、江戸切子のクリス
江戸切子 (クリスタル)	42.7	30.7	3.9	14.3	-	4.3	2.7	タルはPbを含む。
川 砂 (融解前)	-	44.8	27.7	2.8	13.1	1.3	8.2	铸造用の砂は、川砂
川砂 (融解後: ガラス)	-	39.8	24.3	6.8	15.8	1.1	9.3	よりSiが多い。
铸造用砂 (融解前)	-	56.3	26.7	7.6	4.1	3.1	1.1	ススキは、乾燥した
铸造用砂 (融解後: ガラス)	-	53.1	19.2	12.3	8.8	2.1	2	ものでも38%とSiが多
ススキ (生)	-	38.4	-	44.3	0.5	8.8	7.2	く、ガラスになると素
ススキ (焼却灰)	-	25.5	-	47.5	1	1.7	21.1	晴らしい色だった。
ススキ (融解後: ガラス)	-	25	-	34	5.6	0.6	31.	

組成 (%)	Pb	Si	Al	K	Fe	S	Ca	考 察
川 砂+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +CaCO <sub>3</sub>	-	36.2	12.5	5.9	20.5	1.1	21.6	化合物を調査した結
铸造砂+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +CaCO <sub>3</sub>	-	45.2	12.2	8	6.8	1.4	24.3	果である。全体的に融
ススキ+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +CaCO <sub>3</sub>	-	19.6	-	34.1	5.1	1.5	36.7	解させる温度が低くな
ススキ+Pb+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> +CaCO <sub>3</sub>	62.7	5.5	-	13.9	0.62	6.22	8.67	り、融解しやすかった。

(実験の調合の割合: 原料: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: CaCO<sub>3</sub> = 75: 15: 10)

(実験の調合の割合: 原料: Pb: Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>: CaCO<sub>3</sub> = 25: 45: 20: 10)

### ガラスの豆知識Vol.20

#### ガラスの着色

ガラスの色はどのようにつけているのか? ガラスの着色についてお話をさせていただきます。

##### ■ 建築用板ガラスの主成分(建築用のソーダ石灰ガラス)

成分	含有率	備考
ケイ酸 SiO <sub>2</sub>	70~74%	主成分
アルミナ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0~2%	弾性率と硬度を増加させる
石灰 CaO	6~12%	水に溶けにくくする
マグネシア MgO	0~4%	水に溶けにくくする
ソーダ Na <sub>2</sub> O	12~16%	融点を下げる

上の表のとおり、ガラスの原料は地味にある自然の物質を原料としています。

##### ■ どうやって色をつけているの?

上記の成分に微量の金属化合物を新たに添加したり、その比率を増減させることで、着色を行うのです。

- ・ グリーンガラスは酸化鉄(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を添加します。
- ・ ブロンスのガラスは酸化コバルト(CoO)などを新たに添加して、さらに酸化鉄(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)も添加します。
- ・ グレーのガラスはブロンス同様に酸化コバルト(CoO)などを新たに添加して、さらに酸化鉄(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)も添加します。

ただし、ブロンスのガラスとは配合の比率を変えています。

##### ■ 高透過ガラス(クラリティア®)はどうして透明度が高いのか?

通常の建築用フロート板ガラスに含まれている酸化鉄(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を減らしていくことで、透明度を高めていきます。ただし、減らしていくと透明度は高まるのですが、外観品質の問題(アワ等)が発生しがちになるので、この辺が工夫のポイントです。

##### ■ 赤いガラスってできるの?

建物の外観に使うことは難しいかもしれませんが、「赤いガラス」をつくることは可能です。なんと金(Au)を添加するのです。

## 1. 実用ガラスにとっての鉄イオンの構造の重要性

### (1) 種々のFeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (全鉄)量, FeO/(FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (FeO比)のガラス

FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mol%)			
	0.005	0.035	0.17	0.5
0				
0.2				
0.6				

応用例: 太陽電池基板 建築用窓ガラス 自動車用淡色 (自動車用濃色)

ガラス組成: 71.3SiO<sub>2</sub> · 1Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 5.9MgO · 8.5CaO · 13.4Na<sub>2</sub>O (mol)

上記の資料は純工業用原料から作った実用ガラスの色合いを示しているが、酸化第一鉄と酸化第二鉄の割合とその総量で発色が多き菊変化することがよくわかる。

青磁のあの少し緑がかった透明な青色は私の一番好きな色の一つ。

懇意にしている山口陶芸家の田中講平さんの「青磁と萩」萩焼と共に一遍に好きになった青磁の色もこの色。

萩焼の原料に含まれる鉄分もまた、萩焼の美しさを演出すると教えてもらいましたが、青磁のあの透き通る青も鉄が関係している。鉄鋼材料・溶接材料など鉄は知っているつもりでしたが、ガラス化したスラグの中身が鉄によってこんなに変化するとはいびっくりしました。

陶磁器の世界では鉄の混入が嫌われると理解していた「鉄」でしたが、古来から陶磁器・セラミックスの展開でも大きな役割を演じていた。青磁の故郷は中国。「Iron Road」の道で培われた技術だとうれしくなって、和鉄の道のファイルの中に居れ解かねばと。

ご存知だったでしょうか.....

ちょつとうれしくて「青磁の鉄」のご紹介。

また、田中講平さんの青磁の魅力をも合わせて、ご紹介したいので、ご興味のある御仁は下記ホームページをご覧ください。

◆ 萩焼陶芸家 田中講平さんのホームページ

<http://www.k2.dion.ne.jp/~hazuki/index.htm>



田中講平さんの「青磁」と「萩」