

# イットリウム含有量からの江戸期の出土磁器の製造工程の推定

田端正明

佐賀大学大学院工学系研究科

世界文化遺産に登録された三重津海軍所跡からの多数の磁器が出土した。出土磁器の生産地を推定するために、九州シンクロトン光研究センター、BL07 で鍋島藩の窯元で製作された幕末期の磁器の胎土成分を分析した。磁器の胎土組成は原料である陶石に依存する。

鍋島藩東部（佐賀県三養基郡みやき町）で製作された白石焼は天草陶石を主原料とし地元の五穀さんの陶石を混合していた。五穀さんの蛍光スペクトルを測定したところ陶石にはイットリウム(Y)が多く、ストロンチウム(Sr)、ジルコニウム(Zr)が少ないことが分かった。天草陶石や泉山陶石と大きく違っている。これらの元素の  $K\alpha$  線の蛍光強度比、 $Y/Rb$  を  $Y/Sr$  に対してプロットした結果を図1示す。天草陶石では  $Y/Rb$  の値は殆ど一定である。すなわち、Yの含有量は少ないので、

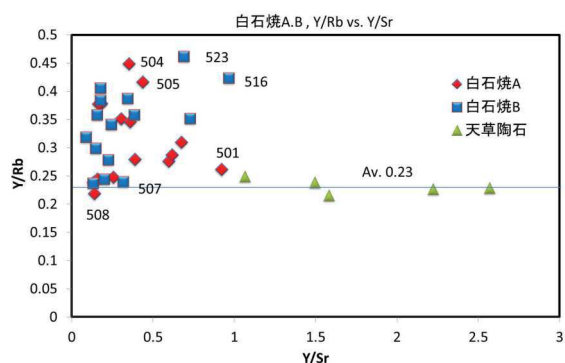


図1. 白石焼と天草陶石の蛍光強度比  $Y/Rb$  の比較

Yの  $K\alpha$  線のエネルギー(14.958 keV)では Rb の  $K\beta$  線(14.961 keV)の値を示し、一定となっている。一方、白石焼では、 $Y/Rb$  の値は、0.23 から 0.46 へと変化している。五穀さんの  $Y/Rb$  は 1.31 であったので、この値から白石焼の製造過程における天草陶石と五穀さんとの混合比を求めた。天草陶石のみで製造している磁器もあるが、最大で 20%の五穀さんを混合している磁器があることが分かった。 $Y/Sr$  の値を比較すると、天草陶石（最小値,1.07）に比べて白石焼の磁器では小さい値が多い。これは、Srを多く含む地元の花崗岩を混合した可能性が高い。

# イットリウム含有量からの江戸期の出土磁器の製造工程の推定

○田端正明(佐賀大)

佐賀県みやき町で採取した陶石「五穀さん」にはイットリウム(Y)が多く含まれていた。本研究では九州シンクロtron光センター(佐賀県鳥栖市)で蛍光X線分析装置を用いて白石焼の出土磁器の胎土分析を行い、Yと白石焼の特徴について検討した。

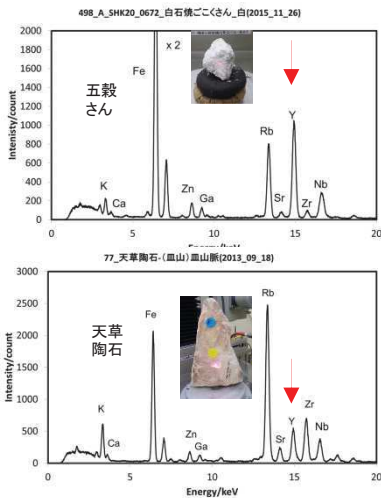
## 蛍光X線分析測定(@BL07)



図1. BL07での試料測定

左側からX線が試料に当たり、試料表面から放出された蛍光X線は右側の細長い管に導入しSSD検出器で測定される。

## 陶石「五穀さん」の特徴



(A-Z) 陶石のEDX測定: SiピークとAlピークの相関

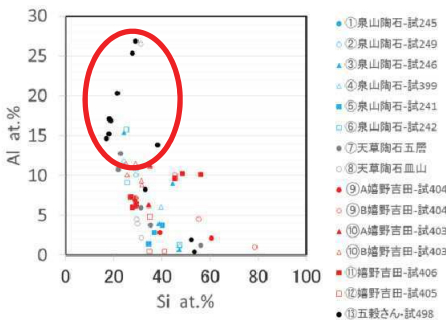


図2. 五穀さんの蛍光X線スペクトルとEDX

Yが多く、Sr、Zrが少ない。また、Alが多い。

## 白石焼出土磁器の分析結果

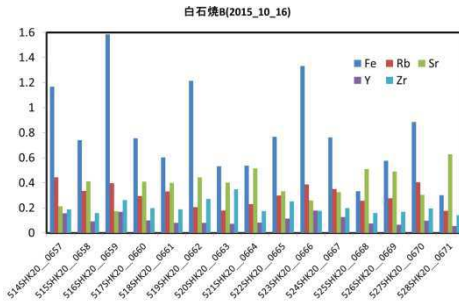


図3. 白石焼の胎土組成(Fe, Rb, Sr, Y, Zr) Feが一番多い。次にSr, Rbが多い。Yは少ない。五穀さんと違う。天草陶石を使用か。

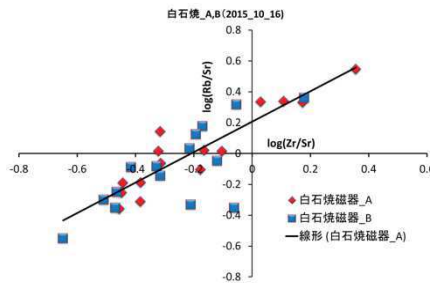


図4. 白石焼胎土中のRb, Sr, Zrの log(Rb/Sr) vs. log(Zr/Sr)プロット

第1象限にある磁器の胎土は天草陶石の組成に近い。第3象限にある磁器は天草陶石に他のものを入れて陶土を作った。直線から大きく離れた二つのデータは「ひび焼」の皿である。

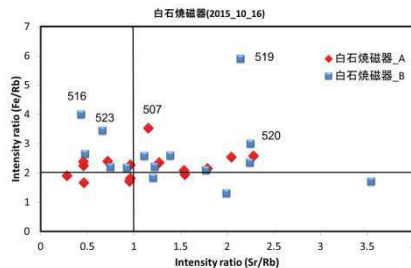


図5. Fe/RbとSr/Rbの関係

白石焼の磁器では左下の枠外にほとんどのデータが集まり、鉄が多いことを示す。胎土はあまり良くない。

## まとめ

- 白石焼(佐賀県三養基郡みやき町)に使われていた陶石「五穀さん」にはYが多く含まれていた。また、他の陶石に比べてAlが多かった。
- 白石焼窯元から出土した磁器の胎土分析結果は次の通りであった。
  - ・log(Rb/Sr) vs. log(Zr/Sr)は直線となった。多くが第3象限に集まった。良い胎土ではない。直線から外れたデータはひび焼きであった。
  - ・ひび焼きの磁器は、熱膨張係数が異なる組成比Zr/Rbと関係づけることができた。
  - ・Y/Rbの値は天草陶石では殆ど一定であるが、白石焼では大きな値となった。この差より「五穀さん」の混合割合を求めた。最高で20%である。
- 三重津海軍所出土磁器に黒味をおびた磁器がある。Feの含有量が多いのでこれらは白石焼の窯元の可能性がある。ひび焼きの磁器は三重津海軍所跡から出土していない。

## ひび焼磁器の胎土組成

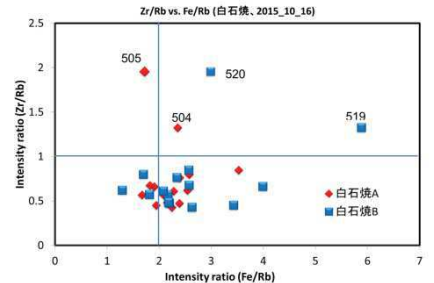


図6. Zr/RbとFe/Rbの関係

熱膨張性の低いAlと高いZrを混合すると、焼成・冷却でひびが入る。磁器(504, 505, 519, 520)は高いIntensity ratio (Zr/Rb)の値を示し、ひびを生じていた。

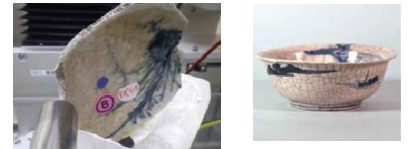


図7. 測定したひび焼き磁器(左)と市販のひび焼き碗(右、インターネットより)

## 白石焼出土磁器のY含有量

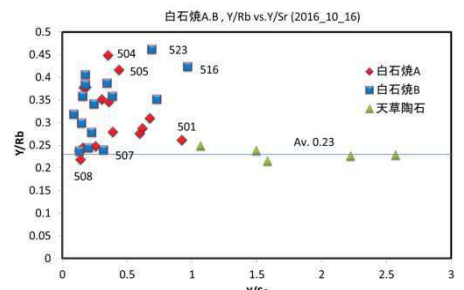


図8. 白石焼の胎土と天草陶石との比較

天草陶石ではY/Rbの値は殆ど一定である。一方、白石焼のY/Rbの値は、0.23から0.46である。この値から、白石焼の製造過程における天草陶石と五穀さんとの混合比を求めた。殆ど天草陶石で製造している磁器から最大で20%混合していると推定された。