

—ノート—

諫早市小長井町産「帆崎石」の一部に見られる特殊な性質

研究開発科 武内浩一、木須一正、高松宏行、狩野伸自
陶磁器科 山口英次
有限会社池田孫石材 池田寛伸

要 約

諫早市小長井町から産出する石材は「帆崎石」と呼ばれて、大阪城築城にも使われたという言い伝えもある。同市井崎の採石場から採掘される石材には多孔質の部分があり、通常の建築用石材ではなく、従来から調理用の加熱板としても利用されている。今回、機能性材料としての観点から比表面積と細孔径分布の測定を行った結果、広く吸着材等に利用されている「麦飯石」と似た値を示した。また、電子レンジを使ってマイクロ波に対する反応を調べたところ、出力600Wで10分間照射により表面温度が300℃に上昇した。さらに、顕著な磁性を有していることが明らかとなり、発熱反応と共に、これは岩石中に含まれている磁鉄鉱の影響によるものと考えられる。

キーワード：多孔質、比表面積、細孔径分布、マイクロ波発熱、磁鉄鉱

1. はじめに

諫早市小長井町地域から産出する石材は「帆崎石」と呼ばれて、大阪城築城に使われたという言い伝えがある。最盛期の昭和30年代には年間60万トンが出荷され、諫早湾干拓事業にも利用されたが、最近では需要の落ち込みから石材業者も半分以下に減り、厳しい経営状況にある。

このような中、帆崎石を建築資材だけでなく、機能性を活かした材料として利用する試みが行われている。小長井町井崎の採石場（（有）池田孫石材）から採掘される石材の一部には多孔質の部分があり、10年以上前から調理用の加熱板として利用されている。

今回、この石材について試験を行い、いくつかの興味ある特性が認められたので報告する。

2. 実験方法

実験に使用した試料は、採掘後に石材工場で整形を行い、表面を簡単に研磨したものである。外観は淡い紫色がかった褐色で、数mm程度の白色と黒色の結晶が多量に認められる。また、本石材の特徴でもある数mm以下の孔隙が、全面に存在している（図1）。

実施した試験は以下のとおりである。

①気孔率 真比重はヘリウム置換法による密度測定装

置で、かさ比重は重量と寸法計測による容積から算出した。

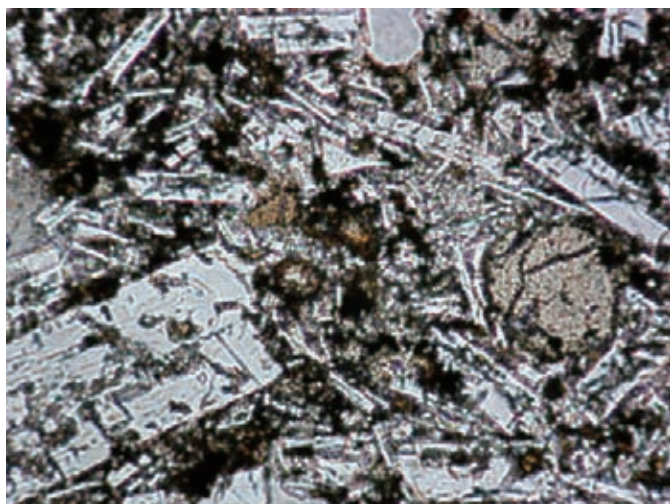
②偏光顕微鏡観察 岩石薄片を作製し透過光観察を行った。

③化学分析 JIS-R2216に準拠した検量線法による定量分析（蛍光X線分析装置）を行った。

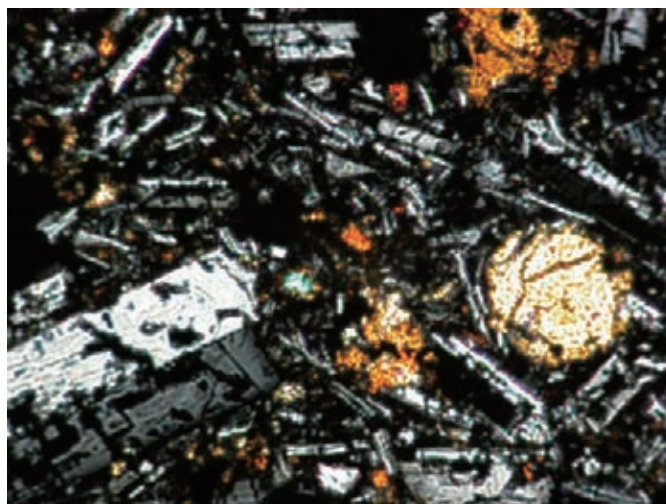
④比表面積測定 1mm以下に粉碎した粒子を、窒素ガス吸着によるBET3点法で測定した。



図1 「孫石」の外観



オープンニコル



クロスニコル

図2 「孫石」の偏光顕微鏡写真

⑤細孔径分布測定 水銀圧入法による測定を行った。

比表面積と細孔径分布については、他の石材と比較するため、吸着材等に利用されている岐阜県産の「麦飯石」も測定した。

⑥特異な性質としてマイクロ波による発熱現象と磁性について試験を行った。

マイクロ波に対する反応は、家庭用の電子レンジを用いて照射したときの発熱状態を観測した。長辺14.5cm、短辺9.5cm、厚み2.5cm、重さ804gの板状試料を、出力600Wで3分・5分・10分間照射し、外部に取り出した後の試料表面の温度変化を接触式の表面温度計で測定した。

磁性の確認は、直径28mm、厚み5mm、重さ6.8gの円盤状に整形した試料を、直径22mm、厚み10mm、重さ28gのネオジム磁石に近づけて反応を見た。また、帯磁率（残留磁気）の測定を九州大学の協力を得て行った。

3. 結果及び考察

真比重は2.92、かさ比重は約2.1~2.3であった。これらから計算された「孫石」の気孔率は25%前後である。

薄片の偏光顕微鏡写真を図2に示す。斑晶として斜長石・かんらん石・普通輝石が認められた。また、肉眼的なサイズの孔隙だけでなく、数百μmサイズの孔隙も存在している。数十μm程度の矩形の不透明鉱物が多く認められたが、この鉱物は後述の磁性測定結果から、磁鉄鉱（Fe₃O₄）であると思われる。

化学分析結果を表1に示す。シリカ成分が54%程度であり、斑晶の鉱物組み合わせから岩石学的には玄武岩と安山岩のほぼ境界付近に位置し、「玄武岩質安山岩」に分類される。

比表面積と細孔径分布の測定結果を表2と図3に示す。「孫石」は「麦飯石」とほぼ同等の比表面積と細孔径分布を持っていることが示された。比表面積の2.1

表1 「孫石」の化学分析結果

(単位:重量%)

| SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | Ig. loss | Total |
|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-------------------|------------------|----------|-------|
| 53.90 | 1.22 | 18.60 | 9.23 | 6.83 | 3.63 | 3.09 | 1.50 | 1.23 | 99.23 |

表2 「孫石」と「麦飯石」の比表面積測定結果

(単位: m²/g)

| | |
|-----|-----|
| 孫石 | 2.1 |
| 麦飯石 | 3.2 |

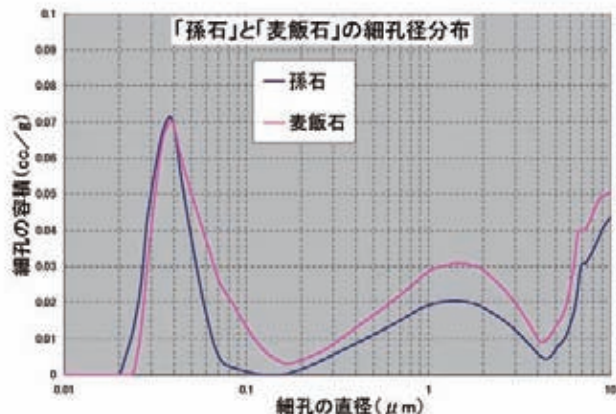


図3 「孫石」と「麦飯石」の細孔径分布

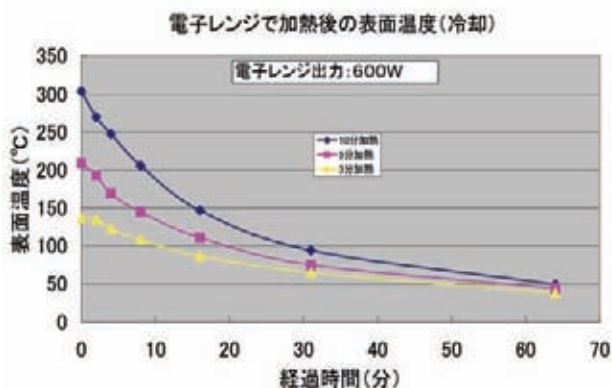


図4 マイクロ波照射後の「孫石」の表面温度

m^2/g という値は、例えばアルミナ粉末に置き換えると、平均粒径 $2\sim 3\mu m$ 程度の微粒アルミナと同程度である。表面積を利用した吸着などの用途が考えられる。細孔径分布は、 $0.03\sim 0.05\mu m$ と $1\sim 2\mu m$ のふたつの範囲にピークが認められた。細孔径のサイズに適合した酵母や有用菌など、微生物の担体としての利用が考えられる。いずれの測定結果も比較対照として同時に測定した「麦飯石」に似た値であり、「麦飯石」と同じような方面での用途も考えられる。

マイクロ波に対する反応（発熱）の測定結果を図4に示す。照射時間が長くなるにつれて表面温度が上昇し、10分間照射で $300^\circ C$ 、5分間照射で $200^\circ C$ 、3分間照射では $150^\circ C$ まで上昇した。外部に取り出した後、表面温度が $100^\circ C$ 以上を保持できた時間は、10分間照射で30分、5分間照射で20分、3分間照射では10分であった。「孫石」はすでに調理用加熱板として利用されているが、さらに電子レンジを使った調理器や、保温容器などへの利用も考えられる。

磁性は、円盤状試料をネオジウム磁石に近づけたところ、磁石に付着して磁石を振り動かしても試料は落ちなかった（図5）。帯磁率の測定結果は、SI単位系で



図5 ネオジウム磁石への付着状態

10.6×10^{-3} であった。この値は岩石の帯磁率としては比較的高い部類に属する。磁力の原因は、偏光顕微鏡観察で認められたように、磁鉄鉱による効果であると考えられる。さらに、マイクロ波に対する発熱反応も、岩石中に含まれている磁鉄鉱に起因するものであると考えられる。

4. まとめ

諫早市小長井町井崎に産する石材（帆崎石）について、機能性材料としての観点から試験を行った結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 偏光顕微鏡観察と化学分析結果から、岩石としては「玄武岩質安山岩」に分類される。鏡下では、磁鉄鉱と思われる結晶が含まれていた。
- (2) 比表面積は約 $2m^2/g$ 、細孔径分布では $0.03\sim 0.05\mu m$ と $1\sim 2\mu m$ の範囲にピークが認められた。これらの値は吸着材等に利用されている「麦飯石」に似た値を示している。
- (3) 電子レンジを使ったマイクロ波に対する発熱反応では、出力 $600W$ で10分間照射により、表面温度が $300^\circ C$ に上昇した。また、磁性を有していることが明らかとなり、強力なネオジウム磁石には付着することが確認できた。

謝 辞

帯磁率の測定を行っていただき、貴重なご指摘をいただいた九州大学大学院の今井亮准教授（工学研究院地球資源システム工学部門）に、心より御礼申し上げます。