

## 大谷石の表面分析に基づいた風化の原因究明の試み

宇都宮大学 学生会員 ○徳留 雄太  
 大谷石産業 (株) 飯村 淳  
 宇都宮大学 正会員 清木 隆文

### 1. はじめに

大谷石は、宇都宮市北西部にある大谷町を中心産地として分布している緑色凝灰岩である。宇都宮市内では、住宅や店舗、倉庫や壁材というように、現在も至るところで大谷石が利用されていることを確認できる。この理由は、大谷石が耐火性、耐震性、吸湿性に富み、軽量で加工がしやすく、見た目も鮮やかな緑色で趣があることが挙げられる。その一方で、大谷石は風化の進行が早く、それに伴う大谷石表面の剥離や色調変化が目視ではっきりとわかる。また、その風化度合いは、大谷石表面と水や空気が触れている時間の長さに影響を受ける。そこで、本研究ではこのような表面劣化の原因究明と劣化防止について、防水剤塗布や強度測定、色調値測定や表面の構成成分観察などを通して考察することを目的とする。

### 2. 研究手順

本研究では、大谷石表面に防水スプレーや防水塗料などの防水材料を塗布することで撥水機能を与え、水や空気との接触量を減らし、色調変化を防止することを試みる。具体的には、形状が直方体で寸法が約 30mm×100mm×50mm の大谷石表面内に、防水剤を塗布した面と塗布してない面をつくり、定期的に蒸留水を塗布して、色調変化の進捗をそれぞれの面で比較する。加えて、低真空走査型電子顕微鏡 (low voltage scanning electron microscopy, 以下 LVSEM) を用いて塗布した表面を分析することで、色調変化のメカニズムを探る。また、採掘からの経過時間が異なる大谷石の表面を削ることで、色調変化の進行度合いと色調深さの関連性を検討する。また、新鮮な大谷石に対して定期的に蒸留水を塗布し、色調と強度を継続的に測定することで、色調変化と強度の関係について考察する。更に、採掘からの経過時間が、1年半、半年、3か月とそれぞれ異なる大谷石に対しても色調と強度を測定する。その際、分光測定器によって色調値 (a\*値) を測定し、針貫入試験によって試料表面の NP 値 (N/mm) を測定した。

### 3. 観察・試験結果

#### 3.1 色調変化と強度の関連性を調べる試験

既往の研究<sup>1)</sup>より、針貫入試験における貫入量は 0.5 mmとした。測定の際、一つの面に対して 25 回針を貫入するが、貫入を始めてすぐに大谷石供試体の奥まで針が入り、貫入量 0.5mmを大きく越える傾向が見られたため、その回数も記録した。a\*値と強度の関係を図-1 に、a\*値と針が奥に入った回数と関係を図-2 に示す。また、採掘からの経過時間が異なる大谷石に対して行った色調と強度の測定試験結果を図-3 に、a\*値と針が奥に入った回数と関係を図-4 に示す。

a\*値と NP 値には強い負の相関関係が確認される。さらに、a\*値と針が奥に入った回数には強い正の相関関係が確認される。これらの結果から、大谷石表面の色調変化が進むと、表面部分の強度及びその奥の大谷石の強度が小さくなっていることが確認できる。

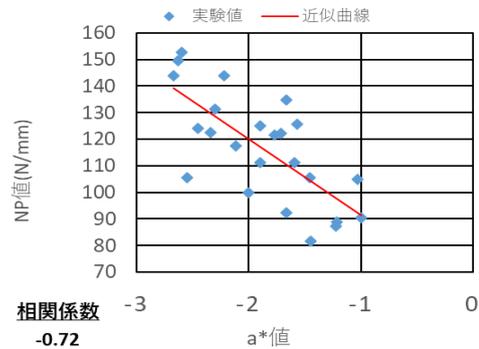


図-1 a\*値と NP 値との関係

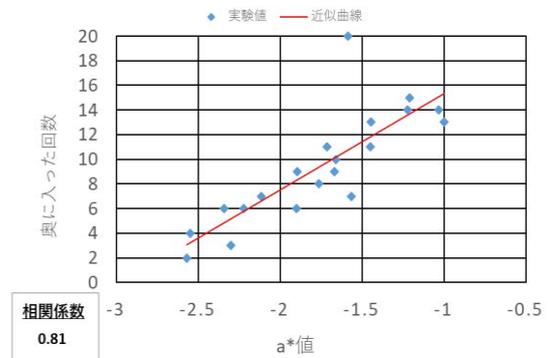


図-2 針が奥に入った回数と a\*値の関係

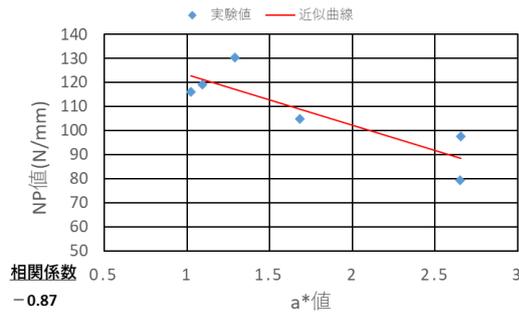


図-3 a\*値とNP値の関係

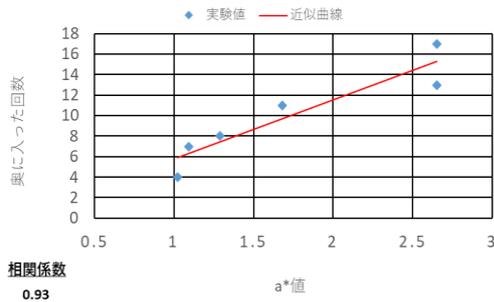


図-4 針が奥に入った回数とa\*値の関係

### 3.2 大谷石表面の色調変化深度の確認試験について

本研究では、採掘からの経過時間が1年半、半年、3か月の3種類の大谷石の表面を、新鮮な色調面が現れるまで鉄工やすりで削り、削った幅と回数を記録した。試験結果をまとめたものを表-1に示す。

表-1 経過時間ごとの色調変化の深さと削り回数

経過時間	削る前(mm)	削った後(mm)	削った幅(mm)	削った回数(回)
1年半前A	31.33	31.12	0.21	290
1年半前B	31.42	31.23	0.19	280
半年前A	25.83	25.66	0.17	120
半年前B	25.86	25.72	0.14	100
3か月前A	30.45	30.37	0.08	50
3か月前B	30.20	30.11	0.09	60

### 3.3 色調変化防止のための液体塗布試験

本研究で使用した防水スプレーにはフッ素系、シリコン系、その両方配合系がある。本研究ではそのうち、何も塗布していない(以下、無加工)画像を図-5、一例としてフッ素系スプレーを塗布した画像を図-6にそれぞれ示す。

図-5では岩屑状<sup>2)</sup>の構造が見える。図-6にも同じ構造が見られるが、画像右上や左下に網目状の付着物のようなものが確認できる。

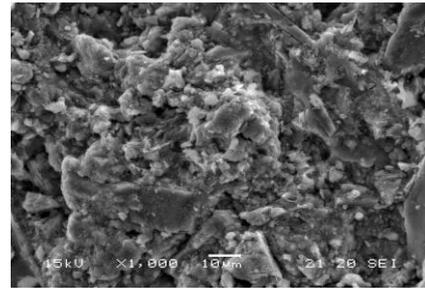


図-5 無加工の大谷石試料の表面画像

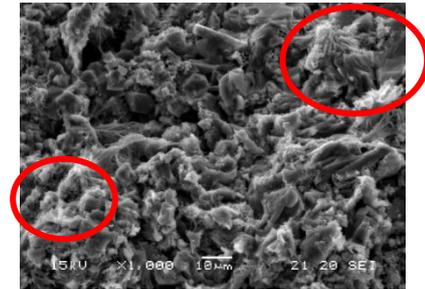


図-6 フッ素系スプレーを塗布した大谷石表面(赤丸部分)

## 4. まとめと今後の課題

本研究では、大谷石を対象にして風化を防止するとともに、防水剤塗布や強度測定、色調値測定などの表面分析を実施した。色調変化と表面強度、色調変化と奥部分の強度ともに強い関連性があると確認された。また、色調変化深度は採掘からの経過時間と小さな関連性があるものの、それぞれの色調深さに大きな差は無かった。

これらの結果から、大谷石表面に触れた水分や空気は大谷石内部に入り、蒸発して外に出る際に内部の化学成分を表面まで運ぶことで、内部強度を下げ、色調を変化させている可能性が考えられる。今後の研究で表面と内部の成分等の比較を行い、風化進行過程の裏付けを行う予定である。

また、SEM画像から網目状の付着物のようなものが確認できたので、大谷石以外の試料にスプレーを塗布したものと比較し、付着物の詳細を分析し、その役割を確認する予定である。

## 5. 参考文献

- 1) 依田さやか、清木 隆文、飯村 淳：大谷石の風化に伴う色調及び強度変化の関連性の検討、第15回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、大阪、岩の力学連合会、6p、岩の力学連合会、2021.1.
- 2) 清木 隆文、高葉 悠、井上 達也、木村 理沙子：大谷石の岩石構造および色調変化機構の推定、第13回岩の力学国内シンポジウム&第6回日韓ジョイントシンポジウム 講演論文集、沖縄、岩の力学連合会、pp. 191-196、岩の力学連合会、2013.