

1. 研究の目的と意義

多胡石とは吉井町周辺で産出される牛伏砂岩の石材名である。牛伏砂岩は形成年代が新生代新第三紀中新世である。多胡石は古くから吉井町周辺で利用されており、現在でも住宅の外壁、灯籠、墓石など多様な用途・形態で利用されているのが見られる。最近では壊れにくい石材もある中で図1のように壊れかけの多胡石でできたものを補強して利用する例も見られる。図1では赤く示したところがセメントで補強されていることがわかる。

本研究は、多胡産業株式会社を訪問した際のインタビューで「多胡石の補強依頼では、どのような使われ方をしているものが多いか」という質問を試みたところ「主に土台や壁などの水ハネで濡れやすい下の方が多い。そして、多胡石を温めると赤く変色する。」という話を聞いたことがきっかけとなり、「多胡石は水濡れたり、温度の変化が風化に大きく関わっているのではないかと考え、温度と湿度に焦点を当てて多胡石の風化実験を通し多胡石の風化しやすい条件を明らかにし、多胡石の保護に貢献することを研究の目的とした。



図1 補強されている多胡石で作られた灯籠

2. 実験方法

多胡産業株式会社より提供していただいた多胡石を裁断し、同じ大きさ(縦約5cm、横約4cm、高さ約1.5cm)にし、風化実験を行った。実験条件とねらいは右記のとおりである。
なお実験は2022年7月25日から開始した。

・実験条件

- [1] 電気定温乾燥機(40℃)に8時間入れた後に、16時間常温で静置
- [2] 電気定温乾燥機(40℃)に24時間入れた後に、冷凍庫(-20℃)に24時間入れる。
- [3] 冷凍庫(-20℃)に8時間入れた後に、冷蔵庫で16時間静置
- [4] 水に入れて氷漬けにするために8時間冷凍庫に入れて、16時間冷蔵庫に入れる
- [5] 多胡石が全部浸るように水につける
- [6] 常温で静置(コントロール)

・ねらい

- [1] 夏の暑さを想定して、高温によって風化するのかを調べる。
- [2] 温度の急激な変化によって、風化するのかを調べる。
- [3] 冬の寒さを想定して、低温によって風化するのかを調べる。
- [4] 水が凍ったり溶けたりすることによって風化するのかを調べる。
- [5] 水が常に触れていることで風化するのかを調べる。
- [6] 他の多胡石との比較で用いる。

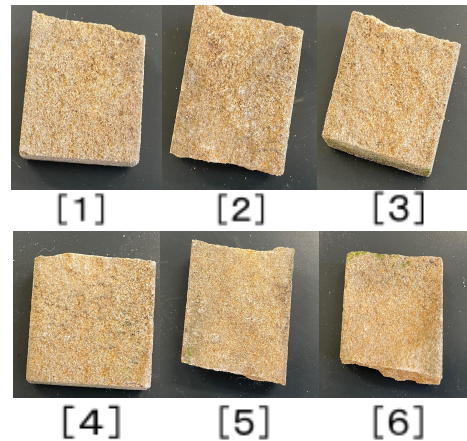


図2 実験に用いる多胡石(実験前)

以上の条件を以下の評価を基準に比較した。

表1 風化評価の基準

状態
A 変化なし
B 形は変化していないが、表面だけ変化が見られる
C 一部の形に変化が見られる
D 原型をとどめていないほど風化している

3.結果

(1)風化実験

表1の基準で多胡石の状態を比較し、以下の表にまとめた。

表2 風化実験における状態比較表

日\条件	1	2	3	4	5	6	備考
7/27	A	A	A	A	A	A	
8/1	A	A	A	A	A	A	
8/5	A	A	A	A	A	A	
8/10	A	A	A	A	A	A	
8/17	A	A	A	A	A	A	
8/20	A	A	A	B	A	A	
8/23	A	A	A	C	B	A	4の角が欠けた。 ※図3 5に苔が見られた。※ 図4
8/25	A	A	A	C	B	A	
9/1	A	A	A	C	B	A	
9/6	A	A	A	C	B	A	
9/7	A	A	A	C	B	A	
9/12	A	A	A	C	B	A	
9/22	A	A	A	C	B	A	
10/3	A	A	A	C	B	A	
10/18	A	A	A	C	B	A	
10/27	A	A	A	C	B	A	
11/1	A	A	A	C	B	A	
11/7	A	A	A	C	B	A	
11/18	A	A	A	C	B	A	
1/26	A	A	A	C	B	A	
1/30	A	A	A	C	B	A	
2/9	A	A	A	C	B	A	
2/16	A	A	A	C	B	A	



図3 8/23における[4]の角が欠けた状態の写真
図4 8/23における[5]の苔が付着した状態の写真

(2)実験条件別の風化評価と時間の関係

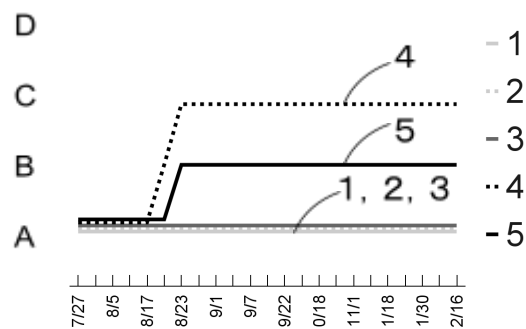


図5 風化評価と時間の関係

4.考察

結果(2)の図5より、水を用いた条件[4]と[5]に変化が見られた。条件[4]は砂岩の隙間に水が入り込み、凍結したことにより水の体積が増加したことによって通常より早く風化が起きたと推測される。また、条件[1]、[2]、[3]に変化が見られないことから多胡石は単純な気温の変化には強いと考えられる。条件[5]については、石が削れることやヒビが入ることはなかったが、石の表面に苔がみられた。これは、長時間に渡って常温の水中に静置したことによって繁殖したと考えられる。

5.まとめ

多胡石は砂岩のため水が隙間に入り込んでしまうためその水が凍結してしまうと水が膨張し物理的風化が起こると考えられる。そのため、多胡石の保護のためには、多胡石が水に濡れない措置や水が凍結しないための措置を施す必要があると考える。具体的には多胡石の表面の模様を損なわない撥水性のスプレーを噴霧することや降水時に屋根のようなものを設置し、水にあたることを防ぐなどを考える。

6. 今後の展望

現在、行なっている風化実験も継続する。

酸性雨を想定した硫酸や硝酸を用いた実験、地衣類の付着した多胡石を用いて風化実験等を行なっていきたい。また、風化具合を鏡検するためにプレパートを様々な実験条件で作成したい。各条件のサンプル数を見直し、各条件下で6つ以上のサンプル数で実験が行えるようにする。

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。

多胡石材株式会社の酒井剛氏には多胡石の性質をご教授頂きました。また実験に用いる多胡石を提供して頂きました。

江原石材の江原輝夫氏に実験に用いる多胡石を提供して頂きました。

この場を借りて厚く御礼申し上げます。

8. 引用文献

岡本 研(2007)

岩石の風化作用から何を学ぶか

<https://doi.org/10.14863/geosocabst.2007.0.39>

8.0

石塚 守公・福田 正巳(1974)

岩石風化についての観察と実験

一とくに史跡の保存に関連して一

https://doi.org/10.5026/jgeography.83.5_33

藁屋 哲也(1974)

石造物を利用した岩石の風化速度に関する研究
動向

<https://doi.org/10.5026/jgeography.126.455>

河崎 衣美(2014)

石造文化遺産の着生地衣類に関する保存科学的研究

<https://core.ac.uk/download/pdf/56657608.pdf>