

凍結破砕に与える礫の寸法効果に関する研究 Laboratory experiment of scale effect for frost shattering

瀬戸 真之^{1*}, 梶間隆伸², 小口千明¹

Masayuki Seto^{1*}, Kajima Takanobu², Oguchi T. Chiaki¹

¹ 埼玉大学地圏科学研究センター, ² 埼玉大学工学部

¹ Geosphere Research Institute of Saitama University, ² Saitama Univ.

1. はじめに

岩石の凍結破砕に関して、既往の実験には、岩石の種類と物性の関係に着目したものが多く、しかしながら、野外には様々な環境（礫種、礫径、温度等）があり、凍結破砕が活発に進行する条件は明らかにされていない。野外での凍結融解プロセスによる礫の移動に関する観測も多く行われてきたが、礫の移動を十分に説明するためには凍結破砕の影響を考慮する必要もあると考えられる。同じ環境下においても礫の寸法によって凍結破砕の速度が異なり、周氷河環境下における物質移動速度に大きな影響を与えていると思われる。しかしながら寸法の違いが凍結破砕にどのように影響するのかを試みた実験は少ない。そこで本研究では凍結破砕に与える礫の寸法効果を室内実験で検証した。

2. 実験方法

試料には5種類の岩石を異なるサイズの立方体に成形したサンプルを用いる。サンプルはA. 溶結凝灰岩（芦野石）、B. 石灰岩（サブオニエール石灰岩）、C. 凝灰岩（大谷石）、D. 凝灰質砂岩（福島県達瀬町）、E. 砂岩（白浜砂岩）である。凍結破砕作用への抵抗性について、その寸法効果を検証するため、これらの岩石を大きさを変えて成形した。溶結凝灰岩、石灰岩、大谷石の3種類についてはそれぞれ一辺が5, 4, 3, 2, 1の5つの供試体を用意し、凝灰質砂岩、砂岩の2種類についてはそれぞれ一辺が2, 1の2つの供試体を用意した。有効内容積が130%, 器内温度設定範囲が-15 ~ +50, 運転モードとして定値運転とプログラム運転が可能なインキュベータに試料を容器ごとに入れ、最高+15度、最低-15度、周期6時間（1日4サイクル）の温度変化を繰り返し試料に与え、破砕速度や割れ方を観察した。

3. 実験結果

いずれのサンプルも大きさが小さい方が破砕速度が速い傾向にあることが分かった。特にB石灰岩、C大谷石、D凝灰質砂岩でその傾向は顕著であった。A溶結凝灰岩はサイズが1cmのサンプルのみ破砕した。またE砂岩を除く4種類の岩石ではいずれも、一辺が1cmの最も小さなサンプル（A1, B1, C1, D1）だけが400サイクル以内に2mm以上（サンプル本体+破片）の乾燥質量がほぼ0となり完全に破砕した。

E砂岩を除いた4種類の岩種については、破砕しにくい岩石の順番がA溶結凝灰岩、D凝灰質砂岩、B石灰岩、C大谷石であり、密度が大きい順番がA溶結凝灰岩、D凝灰質砂岩、B石灰岩、C大谷石なので、破砕しにくい岩種ほど密度は大きいことが分かった。

また空隙率は小さい順にA溶結凝灰岩、D凝灰質砂岩、C大谷石、B石灰岩であり、破砕しにくい岩種ほど空隙率は小さい傾向にある。E砂岩については密度・空隙率の値がA凝灰岩と近いにもかかわらず、破砕速度が速かった。

4. 考察

全ての岩質で寸法が小さい方が破砕速度が大きい。特に1辺1cmのサンプルは全ての岩型が400サイクル以内ですべて2mm以下粒子となる。この理由として、凍結破砕は岩石の表面から中心部に時間をかけて進行し、岩石が完全に破砕するためには岩石の中心部まで凍結が及ぶ必要があるためと考えられる。空隙率が大きく、密度が小さい岩型ほど破砕速度が大きい傾向にあるが、砂岩のみについては異なった。これは、岩石の空隙率が大きく密度が小さいほど岩石の中心部まで水が浸透する時間が短いためと考えられる。

以上のことから、自然状態において岩石が破砕する理想的な条件として、岩石が多孔質で径が小さく（厚さが1~3cm程度）、-10 ~ +10 くらいまで気温変化し、6時間以上の凍結があることなどが挙げられる。

キーワード: 凍結風化, 凍結破砕作用, 寸法効果, 室内実験

Keywords: frost weathering, frost shattering, size effect, laboratory experiment