

# 令和 6 年能登半島地震の隆起海岸における火砕岩および珪質泥岩の物理・力学的性質 Physical and Mechanical Characteristics of Pyroclastic Rocks and Siliceous Mudstone on the Uplifted Coasts at the 2024 Noto Peninsula Earthquake

小暮哲也

Tetsuya KOGURE

Coastal uplifts occurred, especially along the 90 km western and northern sections of the Noto Peninsula, during the 2024 Noto Peninsula Earthquake. This study aims to evaluate the weathering characteristics of some rocks that comprise the uplifted coasts. Highly weathered rocks had been found at some places on the uplifted coasts by the end of April 2024, four months after the earthquake. Eight rock types were collected and examined: three were pyroclastic rocks, and five were siliceous mudstone. Dry density and porosity were 1.55-1.98 Mg/m<sup>3</sup> and 25.3-37.6% for pyroclastic rock, and 1.28-2.01 Mg/m<sup>3</sup> and 24.0-50.3% for mudstone. XRD analysis revealed that the pyroclastic rocks show much higher peaks for smectite than siliceous mudstone. Wetting and drying cycles were applied to the rocks to evaluate the slaking characteristics, changing the wetting and drying periods of 1) 8 hours and 16 hours, 2) 8 hours and 64 hours, and 3) 8 hours and 160 hours, respectively. The weight-decreasing ratio of the specimens after slaking tests was larger for the pyroclastic rocks than for the siliceous mudstone samples. The ratio also became larger as the drying periods increased.

## 1. はじめに

令和 6 年能登半島地震では、半島北部を中心に海岸が隆起した。地震後の各研究機関等の調査・観測より、隆起海岸の長さは約 90 km、海岸線の沖への最大前進量は輪島市門前町五十洲から門前町黒島町にかけて約 200 m、最大隆起量は同地域において約 4 m とされる。隆起海岸のうち岩石海岸の地形は、構成岩石の物理・力学的性質によっては今後波食が進行し、プラットフォームが形成されると考えられる。すなわち、今回の地震に伴う隆起海岸では岩石海岸地形の形成過程を初期から調査・研究できる。現地調査では隆起後に風化したと考えられる岩石が数種類確認された。そこで本研究では、岩石海岸の形成過程の解明および隆起海岸の今後の地形変化予測のため、それらを採取し物性を評価したので報告する。

## 2. 対象岩石および実施試験

採取した岩石は、古第三系漸新統から縄文層の凝灰岩（採取地：輪島市光浦町）、新第三系中新統から馬縹層のデイサイト火砕岩（珠洲市折戸町）、道下層の凝灰岩（輪島市門前町鹿磯）、法住寺層の珪質泥岩（珠洲市折戸町から 2 種類、珠洲市仁江町）、飯塚層の珪質泥岩（輪島市町野町大川から 2 種類）の計 8 種類（火砕岩 3 種類、珪質泥岩 5 種

類）である。乾燥密度および間隙率は火砕岩で 1.55-1.98 Mg/m<sup>3</sup>、25.3-37.6%、珪質泥岩で 1.28-2.01 Mg/m<sup>3</sup>、24.0-50.3%であった。

海岸では潮位変化に伴い岩石が乾燥と湿潤を繰り返す。そこで乾湿風化（スレーキング）特性を評価するため、湿潤と乾燥を 1 サイクルとした 1 サイクル終了時（乾燥終了時）に、残留試料の最大岩片の重量を測定した。本研究における湿潤状態とは試料を純水入り容器に水浸させた状態を指し、乾燥状態とは容器から取り出し自然乾燥させた状態を指す。本研究では、1 サイクル当たりの湿潤・乾燥状態の継続時間を、湿潤：乾燥＝①1：2（湿潤 8 時間、乾燥 16 時間）、②1：8（湿潤 8 時間、乾燥 64 時間）、③1：20（湿潤 8 時間、乾燥 160 時間）、と変化させた。

乾湿風化の原因として膨潤性粘土鉱物の存在が考えられる。そこで、採取した岩石に含まれる鉱物を同定するため X 線回折 (XRD) 分析を行った。また、水銀圧入法により各岩石の細孔径分布を測定した。

岩石強度評価のため、一軸圧縮試験および圧裂引張試験を行った。一軸圧縮試験は、法住寺層の珪質泥岩 3 種類および馬縹層デイサイト火砕岩それぞれ 4-7 個の円柱供試体（直径 25 mm、高さ 50 mm）を対象とした。他の岩石は供試体作製中に壊

れてしまい整形できなかった。また、圧裂引張試験は、各岩石それぞれ 3-7 個の円柱供試体（直径 25 mm, 高さ 25 mm）について行った。両試験には、京都府中小企業技術センター所有の万能材料試験機（株式会社オリエンテック製、UCT-25T）を使用した。

### 3. 結果および考察

XRD 分析の結果、ほぼ全ての岩石中に膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトが含まれることがわかった。法住寺層の珪質泥岩の 1 種類からはスメクタイトを示す明確なピークが見られなかった。水簸処理後、スメクタイトを示す回折強度（CPS）は火砕岩・凝灰岩で 30000-140000、珪質泥岩で 13000-23000 と、火砕岩の方が大きかった。

水銀圧入法による細孔径分布測定結果からは、火砕岩と珪質泥岩ともに細孔径が二峰性を示した。火砕岩では 10-数 10 nm に最大のピーク、数 100-1000 nm に第二のピークが見られた。珪質泥岩では、数 100-1000 nm に最大のピーク、数 10 nm に第二のピークが見られた。XRD 分析ではスメクタイトの明確なピークが見られなかった法住寺層の珪質泥岩では、300 nm が最大ピークであり、二峰性は見られなかった。

一軸圧縮強度の平均値は、馬縹層のデイサイト火砕岩で 16.8 MPa、法住寺層珪質泥岩（3 か所から採取）で 24.6-54.4 MPa であった。引張強度は、火砕岩・凝灰岩で 0.61-1.2 MPa、珪質泥岩で 0.38-

4.6 MPa であった。

スレーキング試験の結果、3 サイクル終了時の重量減少率が大きかった岩石は大きい方から順に縄又層凝灰岩、道下層凝灰岩、馬縹層デイサイト火砕岩であり、珪質泥岩に比べ明らかにスレーキングしやすいことがわかった。これらの火砕岩では、水浸と同時に細片化が始まった。スレーキングによる細片化の様態は火砕岩と珪質泥岩とで異なり、火砕岩は粒子間固結の弱化に伴い粒状化し、珪質泥岩は鋭利な辺を持つブロック片化した。また、岩石の種類に関わらず、乾燥時間の増加に伴い重量減少率が増加した。

### 4. まとめ

令和 6 年 1 月 1 日に発生した地震に伴う能登半島北部および西部の海岸隆起について、構成岩石の諸物性の測定およびスレーキング試験を行った。これらを通して得られた各種物性およびスレーキングの特徴は以下の通りである：

- ・珪質泥岩の強度は最大で火砕岩の数倍大きい
- ・火砕岩は珪質泥岩に比べ間隙径が小さい
- ・火砕岩と珪質泥岩の間隙率に明確な差はない
- ・水簸処理後のスメクタイトの回折強度が大きいほどスレーキング試験時の重量減少率が大きい
- ・岩種によらず、乾燥時間が長いほどスレーキングが促進される
- ・スレーキングした火砕岩は粒状化し、珪質泥岩は鋭利な辺を持つブロック片化した