

# 熊野酸性岩体における花崗斑岩の物理・化学的性質についての検討

松四 雄騎\*

## 1. 研究の目的

花崗岩類は、風化によって粒状化（いわゆるマサ化）し、風化の進行していない部分が、コアストーンとして残ることが知られている。地中にマサやコアストーンが形成された場において、豪雨により斜面崩壊が発生すると、細粒物に富む潜在的に流動性の高い崩土が、巨礫を含む破壊力の大きな土石流となり、甚大な被害をもたらす場合がある。熊野酸性岩類（主として花崗斑岩）の分布する和歌山県那智勝浦町では、2011年の豪雨の際にそうした災害が発生した。同様の地質条件をもつ場においてハザード評価を行う上では、マサやコアストーンの産状と分布を把握することが有益となる。熊野酸性岩類を構成する花崗斑岩は、場所によって石基の粒度が異なるが、そうした岩石組織の違いが、どのように風化の様態に関わっているかは明らかでない。本研究では、異なる組織をもつ花崗斑岩の物理・化学的性質を調べ、それが岩盤の風化にどのように関連しているのかを検討する。

## 2. 研究方法

### 2-1. 調査対象地

研究対象とするのは、和歌山県と三重県に跨って分布する熊野酸性岩類の南岩体である。踏査によって、岩体における位置によって構成鉱物の粒度が系統的に異なることが明らかとなっている。本研究では、この結果をもとに、石基部の粒度が大きいもの（以下、粗粒花崗斑岩と呼ぶ）と粒度が小さいもの（以下、細粒花崗斑岩と呼ぶ）を区別し、それぞれ弱風化状態から強風化状態まで異なる段階にある岩石の物理・化学的性質を把握すべく、試料を採取して分析を実施した。

### 2-2. 試料採取

粗粒・細粒花崗斑岩のそれぞれで典型的な風化形態を呈する露頭において、コアストーンの皮殻部から中心部を含む領域の円柱コアを採取し、弱風化部（Grey core）と強風化部（Brown band および Rindlets）の試料を得た（図1）。



図1 岩石コア試料の一例

### 2-3. 実験方法

得られたコアを用いて、各風化段階で2試料ずつ、一軸圧縮試験、圧裂引張試験、密度測定、化学組成分析を実施した。

#### (1) 強度試験

直径 34 mm、高さ 55 mm の円柱供試体を用いて自然含水状態での一軸圧縮試験を行った。岩石の破壊は、供試体を縦断あるいは横断する亀裂の発生と降伏の確認をもって判定した。破壊時に供試体に生じていた最大圧縮応力を一軸圧縮強度 (MPa) とし、また、応力-ひずみ曲線からヤング率 (MPa)

---

\*京都大学・教授

を求めた。圧裂引張試験も同直径の供試体を用いて同様に実施した。

### (2) 密度測定

不定形の岩片試料を 110 °C で 24 時間炉乾燥し、乾燥重量を測定した。次に、試料表面に撥水スプレーを噴霧して風乾したのち、ナイロン糸で吊るして沈水させ、水槽の重量増加を測定した。水の密度を 1.00 g/cm<sup>3</sup> として、重量増加を試料の体積に換算し、乾燥密度を求めた。

### (3) 化学組成分析

蛍光 X 線分析による元素濃度の定量を行った。岩石試料を粉末化し、約 10 MPa で塩化ビニルリングに圧縮固化したタブレットを供試体とした。測定は、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (HORIBA MESA630MS) を用い、1つのタブレットにつき 5 回の計測を行って平均値を求めた。

## 3. 得られた成果

一軸圧縮試験の結果から、粗粒花崗斑岩と細粒花崗斑岩のいずれでも、風化の進行に伴って一軸圧縮強度とヤング率が顕著に低下することが分かった。特に、岩石の状態が Grey core から Brown band へと変化する風化初期の段階での遞減が顕著であった。一方で、風化に伴う圧裂引張強度の低下は、粗粒花崗斑岩の方でより明瞭であった (図 2)。

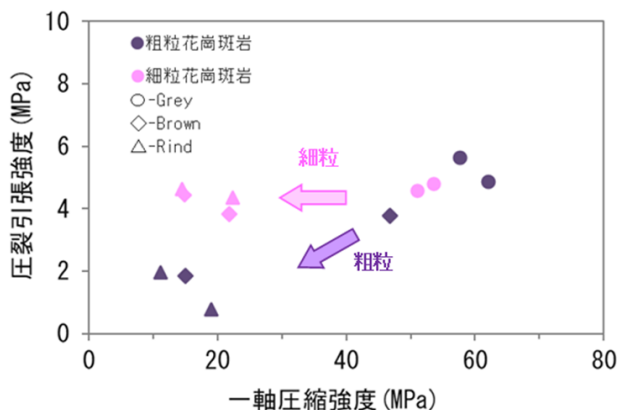


図 2 強度試験結果

乾燥かさ密度の低下は Rindlets においてもそれほど大きくなかったが、化学組成の変化、特に代表的な不溶元素であるチタンの濃度と合わせて考えると、風化の進行に伴う体積膨張が示唆された。コアストーンの外縁部における等風化線の分布に拘束される条件下では、体積膨張に伴うひずみの発生は、岩石内部に球周方向への圧縮応力と直径方向への引張応力を生じさせるであろう。そして引張応力が風化岩の引張強度を越えた場合には、球周方向に亀裂が伸展するような形態での破壊が生じ得るものと解される。引張強度の低下が著しく、膨張の程度が大きい特性を持つ岩石ほど、より細かな間隔（究極的には粒子径スケール）での破壊が連続的に生じ、マサの生成が進行するであろう。一方、膨張ひずみによって生じる引張応力と引張強度とのバランスによっては、皮殻を形成するようなセンスの亀裂が一定の間隔で配列して、破壊前線以内にはコアストーンが残存する結果となるかもしれない。このように、岩石の組織と組成に依存した物理・化学的性質の分析に基づき、風化に伴う物性変化と風化生成物の振る舞いおよび風化の様態をリンクさせていくことができ、やがてはマサの残積あるいはコアストーンの生成という一見対極的な風化様態の発生機構を統一的に説明することができるようになるものと期待される。