

北アルプス燕岳における岩石風化

上山瑛梨佳¹, 吉田孝紀¹

¹信州大学総合理工学研究科

Rock weathering of granites in Mt. Tsubakuro, Hida Mountains, central Japan

E. Ueyama¹ & K. Yoshida¹

¹Faculty of Science, Shinshu University

キーワード：花崗岩，風化，カタクレーサイト

Keywords: Granite, Weathering, Cataclasite

1. はじめに

本研究地域である燕岳は北アルプスの常念山脈に属しており、主に花崗岩からなる。花崗岩の風化は、斜面崩壊などの災害と大きく関係していることから、低山域においては多くの研究がなされている一方で(例えば三浦・秦, 1970 や戸邊ほか, 2007), 人間の活動圏から遠い山岳地域の風化についてはあまり理解されていない。

燕岳の山容は山頂付近の一方向に伸びる岩石や、白い真砂土とハイマツの緑の対比が特徴的である。一方、同じ常念山脈に属し主に花崗岩からなる常念岳は、ピラミッド型の山容と、山頂付近のがれきが特徴的である。図-1に燕岳と常念岳の傾斜量区分図を示す。燕岳は傾斜が比較的緩やかであり、常念岳とは異なる山容を示すことがわかる。以上のことから、本研究では高山域における岩石の風化についての検討、花崗岩の風化と山容形成の関連について検討を行った。

2. 研究手法

山容形成と風化の関連を把握するため、地表踏査において主に登山道の風化段階を分類した。風化段階区分については、Abad et al., (2016)での風化帯区分を参考に、新鮮岩から風化岩までをF, SW, MW, HW, CWの5段階に区分した(図-2)。その後、風化要因の検討として真砂土の粒度解析や、岩石密度の測定、X線回折分析を行った。さらに岩石学的検討として岩石薄片を作成し、岩石組織や変質鉱物について検討を行った。また、粒度解析においては、比較を行うため常念岳についても同様に分析を行った。

3. 結果および考察

(1) 野外踏査

地表踏査の結果、燕岳の登山道には主に花崗岩や花崗岩質のカタクレーサイトが分布することがわかった(図-3)。また、走向 N-S~NW-SE の片状構造を持つ岩石もみられる。この片状構造は、山頂付近において燕岳に特徴的な一方向に伸びる岩石の伸びの方向と一致する。よって、燕岳の

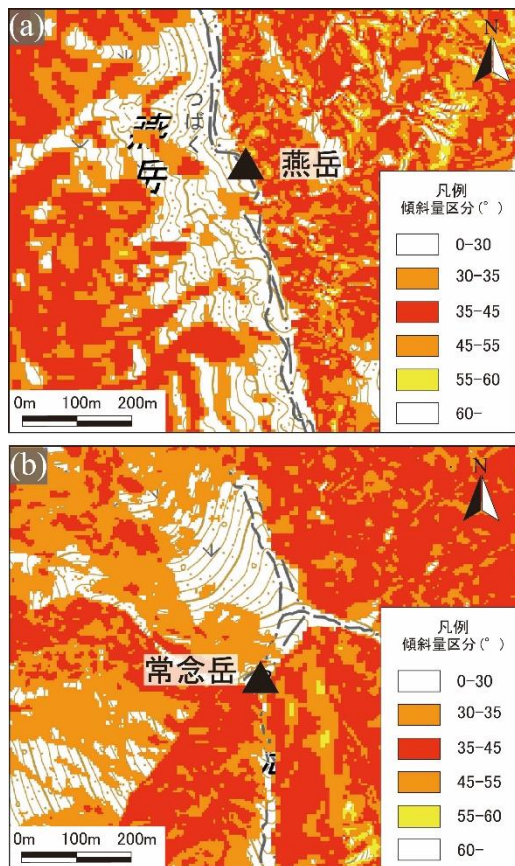


図-1 燕岳(a)と常念岳(b)における傾斜量区分図(国土地理院地図より引用・加筆)

山容は、片状構造と関係していると考えられる。

(2) 岩石薄片

燕岳に分布する花崗岩の主な構成鉱物は、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母である。物理風化による割れ目が卓越しており、粘土鉱物による充填も認められる。この割れ目の幅や密度は風化が進むにつれて増加する。また、造岩鉱物の変質について、黒雲母は多くが変質しており、斜長石は一部変質が認められる。黒雲母の変質鉱物としてはパーミキュライトやスフェーンが認められる。斜長石については、ソーシユライト化がみられ、未風化に近い岩石において変質の割合が高い。これらのことから、風化による変質を被る前に、すでに熱水変質を被ったことがわかる。

(3) 真砂土の粒度解析

燕岳では4地点、常念岳では2地点から採取した真砂土について粒度解析を行った。結果を図-4に示す。燕岳は淘汰が悪く、ポリモーダルな組成を示す一方で、常念岳の真砂土は比較的淘汰が良く、ユニモーダルな組成を示すことがわかった。真砂土は花崗岩が風化して生成されることから、造岩鉱物の粒度を大きく反映すると考えられる。

燕岳に分布するカタクレーサイトは脆性破壊によって形成され、鉱物は破壊されて細粒化する。そのため、カタクレーサイトを原岩とする真砂土の淘汰は悪くなると推測される。常念岳では、花崗岩質カタクレーサイトは少なく、多くが花崗岩であるため、比較的淘汰が良く、ユニモーダルな組成を示すと考えられる。

(4) 岩石密度

燕岳から採取した岩石密度測定の結果を図-5に示す。新鮮岩から風化岩に至る風化帯区分の変化とともに密度は2.48から2.30以下へ変化する。このことは、風化が進むほど岩石密度は低下することを意味する。この傾向は、岩石薄片による割れ目の増加傾向とも一致する。

(5) X線回折分析

岩石薄片の観察結果では、主要造岩鉱物である黒雲母は多くが変質している。そのため黒雲母は風化に敏感な鉱物であるといえる。このことから、黒雲母とそれを起源とする変質鉱物について、さらに検討を行うため花崗岩中の黒雲母のみを取り出し、X線回折分析を行った。その結果、黒雲母の変質鉱物として、スメクタイトまたはパーミキュライト、カオリナイト、イライト、白雲母、

風化帯	外観	特徴
CWa	均質	<ul style="list-style-type: none"> 黄褐色から薄い褐色を呈する 石英以外は完全に分解している 手で碎ける
CWb	不均質	<ul style="list-style-type: none"> 節理は開口している 節理の間隔は約5-10cmである CWaとCWbはコアストーンの有無によって区別される
HWa	不均質	<ul style="list-style-type: none"> 薄い褐色からオレンジ色を呈する ハンマーの弱い一度の打撃で破壊できる 面構造が発達している 節理と片状構造は一致する
HWb	不均質	<ul style="list-style-type: none"> 節理間隔は様々であり、10-40cm程度である HWaとHWbはコアストーンの有無によって区別される
MW	不均質	<ul style="list-style-type: none"> 灰色から黄灰色を呈する オリジナル組織が残るが一部破壊されている ハンマーの数回の打撃で破壊できる 節理や片状構造が見られる場合、節理と片状構造は一致する 節理間隔は約20-30cmである
SW	不均質	<ul style="list-style-type: none"> 灰色からオレンジ色を呈する(一部は黄色) オリジナル組織が残る ハンマーの数回の打撃で破壊できる 節理間隔は50cm以上であることが多い
F	均質	<ul style="list-style-type: none"> 灰色を呈する オリジナル組織が残り、均質である 硬く、容易に破壊することはできない 本調査地域においては稀であり、節理間隔や片状構造の有無は不明である

図-2 風化帯区分と特徴

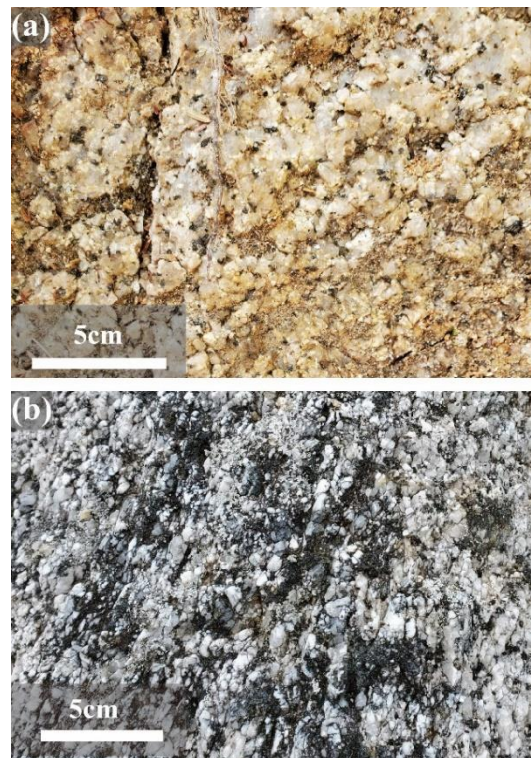


図-3 (a)花崗岩 (b)花崗岩質カタクレーサイト

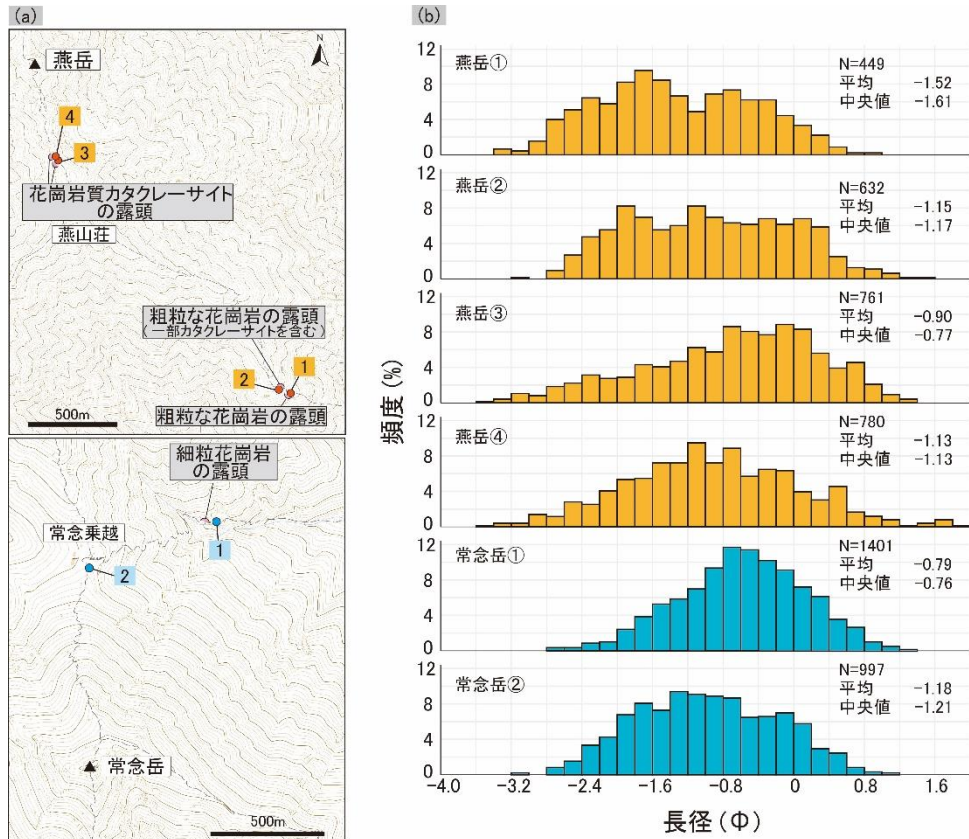


図-4 (a)粒度採取地点とその付近の露頭 (b)真砂土の粒度結果

緑泥石/スメクタイトの混合層鉱物、ハロイサイトが認められた。図-6(a)は、黒雲母の強度を100とした変質鉱物の相対的な強度を表す。スメクタイトまたはパーミキュライトは風化帯 CW において、有意に増加していることがわかる。これは、風化によって安定な鉱物であるスメクタイトやパーミキュライトが生成された結果であると考えられる。

(6) 山容と風化

野外踏査と岩石薄片，真砂土の粒度構成より，

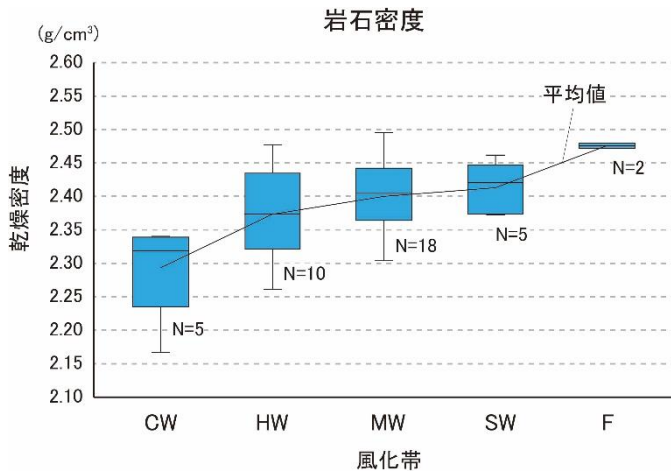


図-5 燕岳における岩石密度測定の結果

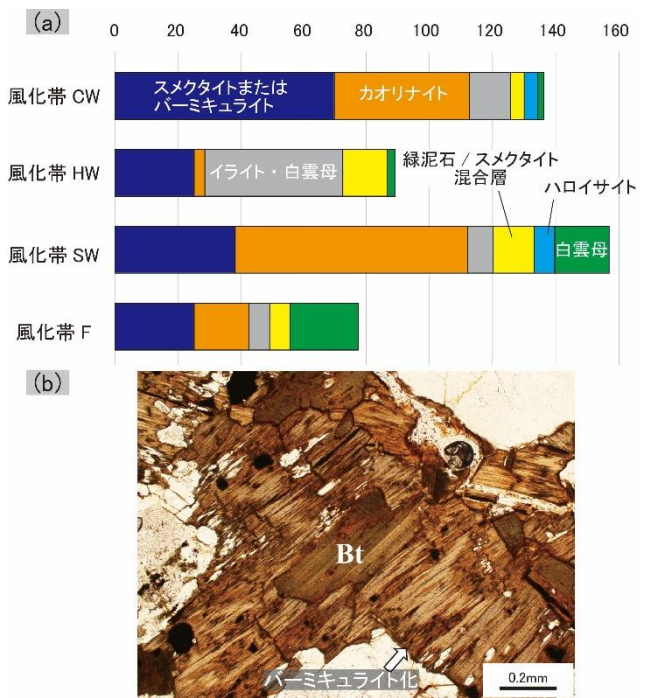


図-6 (a)花崗岩中の黒雲母のみを取り出して行った X 線回折分析の結果。数値は黒雲母の強度を 100 とした相対的な強度である。(b)黒雲母の岩石薄片写真。鉱物はへき開に沿ってパーミキュライト化が認められる。

燕岳の山容は片状構造と花崗岩質カタクレーサイトを原岩とする真砂土によって大きく影響を受けている。カタクレーサイト化した岩石は物理風化により剥離しやすくなったことで、燕岳の山容に特徴的な白い真砂土を生産したと推測できる。さらに山岳地域における岩石の風化について、従来示唆されているよう、物理風化が卓越する一方で、化学風化の影響は小さいことが示された。また、化学風化には反映されない変質鉱物の組み合わせは変化することがわかった。

【参考文献】

- 1) Alavi Nezhad Khalil Abad, S.V., Tugrul, A., Gokceoglu, C., Jahed Armaghani, D. (2016) Characteristics of weathering zones of granitic rocks in Malaysia for geotechnical engineering design. *Engineering Geology*, Vol. 200, 94-103.
- 2) 三浦 清・秦 昭徳 (1970) 風化花崗岩の節理型崩壊と節理粘土. *応用地質*, 11, 40-72.
- 3) 戸邊 勇人・千木良雅弘・土志田正二 (2007) 愛知県旧小原村の風化花崗岩類における崩壊発生密度の岩相間での比較. *応用地質*, 48, 66-79.

(原稿受付 2023.3.10)