

4. 粒径が異なる砂岩の風化による間隙径の変化

Changes of pore-size distribution of wacke-type and arenite-type sandstone

○西山賢一（徳島大学）

1. はじめに

風化による岩石の物性変化は、長期的に見た斜面安定性の低下や、スレーキングに代表される急速な岩盤強度の低下など、種々の応用地質学的な問題に関与する現象である。今回はこのうち、代表的な堆積岩である砂岩を取り上げ、風化による砂岩の間隙構造の変化に着目した。砂岩の薄片観察、水浸法による有効間隙率の測定とともに、水銀圧入式ポロシメータを用いて間隙径分布を計測した。対象岩石は、熊本県天草に分布する古第三系白岳層（粗粒砂岩、陸棚堆積岩）、ならびに宮崎県に分布する四万十帯砂岩（細粒砂岩、付加体堆積岩）であり、粒径が異なる。

2. 対象岩石と分析方法

対象砂岩としては、西南日本外帯に広く分布する代表的な付加体堆積岩類である白亜系～古第三系四万十帯の細粒砂岩（ワッケ、以下、四万十帯砂岩と呼ぶ）と、西南日本内帯の天草炭田地域に分布する陸棚堆積岩である古第三系白岳層の粗粒砂岩（アレンイト、以下、白岳砂岩と呼ぶ）を選定した。両者とも、新鮮な砂岩に加え、異なる風化程度の砂岩試料を複数準備した。なお、前者の長期的（10 万年オーダー）における風化過程はすでに報告した^{1),2)}。後者も、風化に伴って特異な微地形を形成する点に着目して報告した²⁾。

これらの砂岩の薄片観察を行い、鉱物組成と、風化によるそれらの変化を把握するとともに、水浸法による有効間隙率測定、ならびに水銀圧入法による間隙径分布の測定を行った。

3. 観察・測定結果

新鮮な白岳砂岩は、粗粒な石英粒子を主体とし、長石を伴う。花崗岩類や変成岩類の岩片を多く含み、基質は方解石に富む。水酸化鉄はほとんど含まれない。一方、弱風化した白岳砂岩は、基質を埋めていた方解石が消失するとともに、石英が碎片化し、かつ、基質部分に水酸化鉄が顕著に増加している。石英粒子そのものの風化変質は明瞭ではない。

間隙径分布測定結果では、新鮮な白岳砂岩（有効間隙率 3.4%）の間隙は全般に少なく、かつ特定の径の間隙が多い傾向は認められない。一方、弱風化した白岳砂岩（有効間隙率 5.9%）は、 $10^{-1} \mu\text{m}$ と $10^1 \mu\text{m}$ オーダーの間隙がやや増加している。なお、風化が進行した白岳砂岩は、野外でマサ状をなすことが多く、非破壊での試料採取が困難である。

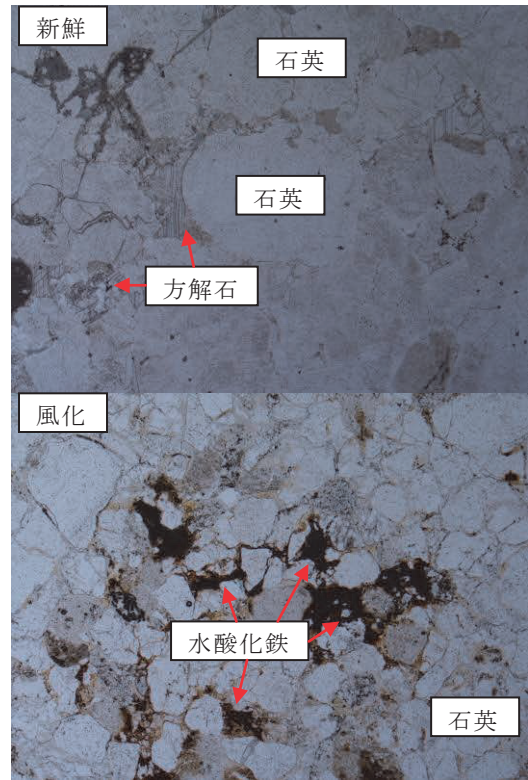


図1 白岳砂岩の薄片写真 (Open nicols)
写真の横幅は約 3mm.

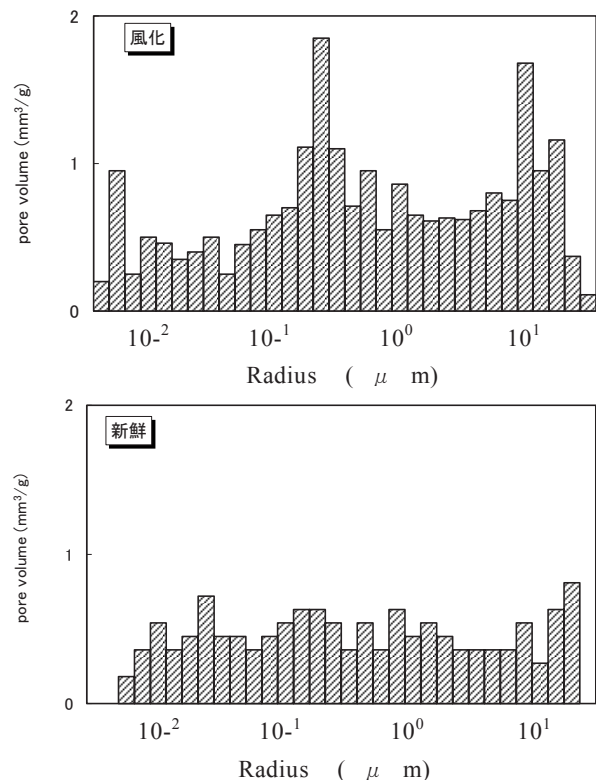


図2 白岳砂岩の間隙径分布

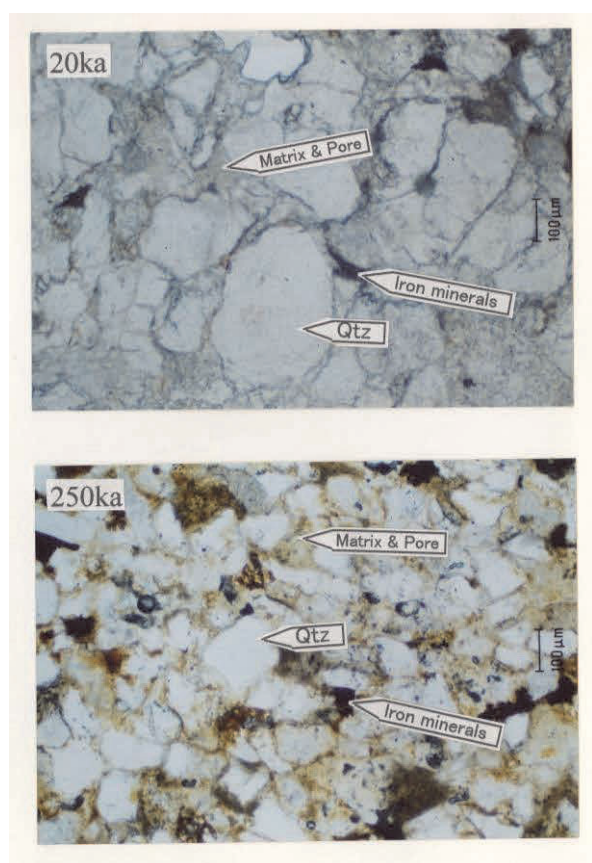


図3 四万十帯砂岩の薄片写真（西山・松倉，2001）
写真の横幅は約 1mm（Open nicols）。

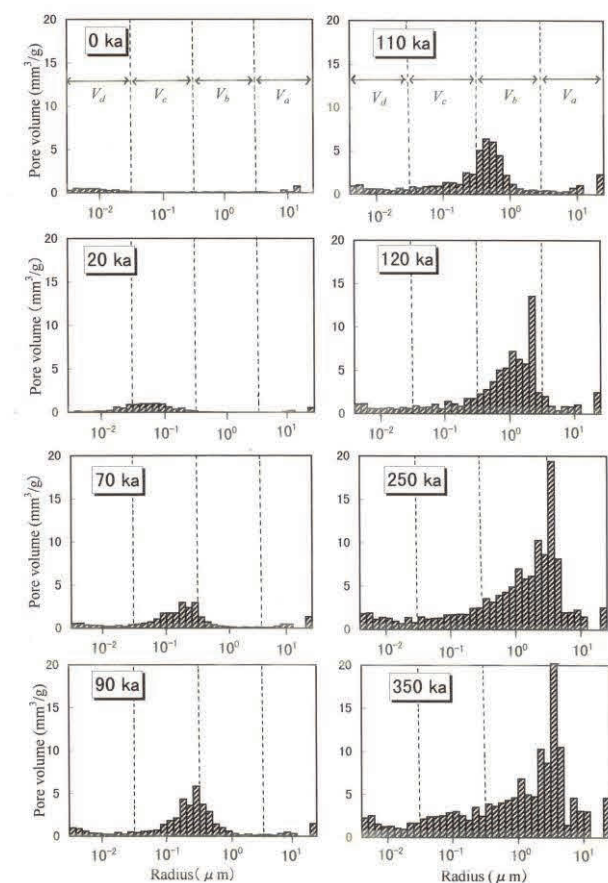


図4 四万十帯砂岩の間隙径分布（西山ほか，2001）

四万十帯砂岩は、新鮮な現河床礫（風化継続時間 0 ka, ka は 1,000 年）を、風化を受けていない初期値を持つと見なし、風化継続時間が長い段丘堆積物（20～350ka）に含まれる礫について検討した。新鮮な四万十帯砂岩は石英粒子を主体とし、長石を伴う。基質には粘土鉱物と、わずかに水酸化鉄が認められる。一方、風化した四万十帯砂岩は、基質を埋めていた粘土鉱物と、砂粒子のうちの長石がやや減少し、水酸化鉄が増加している。石英粒子そのものの風化変質は明瞭ではない。

間隙径分布の測定結果では、新鮮～風化継続時間が短い試料（有効間隙率 2～10%）では、間隙量が顕著に小さいが、風化継続時間が増すほど間隙が増加する傾向が明瞭である。特に、120～350 ka の試料（有効間隙率 15～30%）では、 $10^0 \sim 10^1 \mu m$ オーダーの間隙量の増加が顕著である。

4. 風化による砂岩の間隙構造の変化

薄片観察結果に基づけば、粗粒な白岳砂岩と、細粒な四万十帯砂岩とでは、基質を構成する鉱物が異なり、白岳砂岩の基質は、比較的溶解しやすい方解石からなる。このため、風化した試料では方解石が消失しているものの、有効間隙率の増加量はわずかであり、間隙径分布の変化も同様の傾向がある。ところが、露頭における白岳砂岩は、風化によってマサ状を呈する組織に変化していることが多い。このことから、風化による構成鉱物の溶解量がわずかであっても、方解石の溶解により、砂岩の骨格をなす砂粒子間の連結が外れやすく、強度低下が生じやすい可能性がある。

一方、四万十帯砂岩の場合、基質は、方解石より溶解しにくい粘土鉱物などからなる。このため、風化によって有効間隙率・間隙径はいずれも顕著に増加しているが、礫が碎片化するようなことは生じていない。このことから、風化による構成鉱物の溶解量が大きくても、砂岩の骨格をなす砂粒子の連結は失われにくく、強度低下率が相対的に小さい可能性がある。

以上のように、風化による砂岩の間隙構造の変化は、基質を構成する鉱物の種類とその溶解しやすさ、ならびに砂粒子の連結程度によって異なり、風化により増加する間隙の大きさもそれに応じて異なることが判明した。この結果は、露頭における風化程度や強度低下率にも影響している可能性がある。

謝辞 水銀圧入法による間隙径分布の測定に当たっては、産業技術総合研究所の高橋学博士、ならびに島根大学の横田修一郎名誉教授にお世話になりました。

文献

- 1) 西山賢一・松倉公憲（2001）地形，22，23-42.
- 2) 西山賢一ほか（2001）応用地質，42，2-14.
- 3) 西山賢一・横田修一郎（2010）応用地質，51，122-129.