

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	松澤 真
論文題目	微量な方解石セメントを持つアレナイト質砂岩の風化メカニズム		
(論文内容の要旨)			
<p>岩石は、地表環境にさらされて次第に風化していく。そして、近年の研究によって、化学的風化によって岩石に特有の風化帯構造を作ることが明らかになってきた。しかしながら、最も一般的な堆積岩の一つである砂岩について、どのような風化帯構造がどのようなメカニズムによって形成されるのか、明らかになっていなかった。本研究では、砂岩の内、基質の少ないアレナイト質砂岩の風化を、鉱物、化学、物理学的性質の面から多面的に分析し、その風化帯構造の特徴と風化メカニズムを明らかにした。対象としたのは、近畿地方から四国にかけて分布する白亜系和泉層群の砂岩である。</p> <p>本研究では、岩石を地表から深部まで追跡するため、最大110mの深さまで掘削の進んだ採石場を選定して研究地域とした。そして、母岩の多様性の影響を排除して風化による性質の変化を追跡するため、地表から深部まで連続する単一の砂岩層を分析対象に定め、地表から深度方向に順次試料を採取し、分析した。野外では、岩石の色調とハンマーの打診から、強風化、中風化、弱風化、新鮮と、風化程度を4区分した。さらに、試料を切断・研磨して詳細に観察することによって、風化帯が主に色調と硬さによって、ゾーンIからゾーンVIの6ゾーンに区分された。これらのゾーンの岩石について、偏光顕微鏡と走査型電子顕微鏡による観察、X線回折分析、蛍光X線分析、物理的性質の測定、間隙率と間隙径分布の測定、色彩値の測定を行った。その結果、これらのゾーンが特徴づけられ、その形成メカニズムが明らかになった。</p> <p>ゾーンI は新鮮岩石のゾーンであり、ゾーンIIでは方解石脈および方解石セメントが溶解し、また緑泥石が消失、ゾーンIII では鉄が溶脱、ゾーンIVでは黄鉄鉱が消失、ゾーンV～VIでは砂粒子が分離していた。この風化帯状構造の形成は、砂岩に含まれる黄鉄鉱の酸化による硫酸の形成と、その深部への浸透によって始まる。硫酸は砂岩内を浸透し、岩石基質の方解石を溶解する。方解石の溶解した部分では、緑泥石もともに消失するが、方解石の溶解に起因するアルカリ状態のために鉄はまだ溶脱されない。このゾーンIIの上のゾーンIIIでは、浸透してくる酸性の水によって鉄が溶脱される。ここで、ほぼすべての砂粒子間が間隙となる。このゾーンII-III境界は、掘削前の地表から30mの深さにあった。ゾーンIIIよりも浅部で砂岩中の黄鉄鉱も消失し、間隙が広がり、岩石の機械的分解が急激に進む。岩石の間隙率は増加し、密度が低下し、弾性波速度も著しく低下する。さらに、ゾーンVIの砂岩は表層部で土層となり、一部の土層では細粒分が流失して構造が脆弱な土層が形成され、豪雨によって崩壊しやすい状態が形作られる。</p> <p>続成作用の進んだ砂岩は、緻密で硬質であるため風化しにくく、厚い風化帯を形成することはないと考えられていたが、微量な方解石セメントを持つアレナイト質砂岩は、30 mもの深さまで風化によって粒子間が連続的な間隙となり、また、表層部ではクリーブに伴って細粒分が流失し、崩壊しやすい脆弱な土層を形成する事が明らかになった。</p>			

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

岩石の風化に関する研究には、鉱物学的なもの、地球化学的なもの、地質・地形学的なものなど、様々なアプローチがあるが、得てして既存の研究分野からの研究にとどまるものが多く、総体として、どのようなメカニズムによって風化帯が形成されていくのかについては必ずしも明らかになっていない場合が多い。

申請者は、2004年の台風によって表層崩壊が多発した砂岩優勢の和泉層群の崩壊地調査によって、強く風化した岩石に表層崩壊が多発したことを明らかにし、それにヒントを得て、この砂岩に特有の風化メカニズムがあるのではないかと着想した。和泉層群は紀伊半島から四国にかけて広く分布する代表的な白亜系の地層である。

申請者は、和泉層群の砂岩を対象として、その風化時に、鉱物、化学、物理学的性質がどのように変化するか、また、どのようなメカニズムが働いているか、丹念な分析によって研究した。まず、可能な限り深部からの性質の変化を調べるために、大規模な採石場を選定し、さらに、単一の地層を地表から40m以上の深さにわたって追跡し、深さに応じて岩石試料を採取して分析した。その結果、新鮮な岩石のゾーンと5つの風化帯のゾーンが認められた。そして、新鮮な砂岩には約0.6%の方解石と約0.6%の黄鉄鉱が基質に含まれること、そして、これらがこの砂岩の風化に極めて重要な役割を果たし、特有の風化帯の形成につながっていることを見出した。

本研究は、もともと豪雨によって発生した斜面崩壊が、強く風化した砂岩等に多かったことの原因を解明するために開始されたものであるが、研究の結果、砂岩に方解石セメントが含まれている場合、それが0.6%と微量でも、その溶解によって砂粒子の分離が開始することがアレナイト質砂岩の風化の始まりであること、しかも、砂粒子の分離は、まだ砂岩が新鮮岩石と同等の硬さとほぼ同じ色を保つ状態から始まり、それが地表から30m程度の深さにまで及んでいることを、初めて見出した。言い方を変えると、通常地表露頭の試料を用いたのでは、いかに新鮮に見えても、すでに方解石セメントが失われていると想定されるために、このような見解にたどり着くことはできなかったと考えられる。申請者は、また、この方解石セメントの溶解が、砂岩に含まれる黄鉄鉱の酸化とそれによって形成される硫酸の下方浸透によることも帰納的に導き出した。さらに、このような風化メカニズムに応じて、特有の風化帯構造が形成され、物理的性質も変化し、最終的に斜面表層の崩壊が準備されていくことも、統一的に説明した。

本研究は、良く考えられた計画に従って遂行されたものであり、また、岩石を丹念に観察し、それに基づいて細かい分析・測定を行った結果、従来気づかれることのなかった新たな知見に到達したものであり、高く評価される。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年1月14日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降