

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	やまさき しんたろう 山崎 新太郎
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 21 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理学研究科 地球惑星科学 専攻
(学位論文題目) 泥質片岩のすべり層の発生場と発達過程の研究 —多元的な構造・組成解析に基づいて—	
論 文 調 査 委 員	(主査) 千木良雅弘 教授 釜井 俊孝 教授 福田 洋一 教授

理 学 研 究 科

(論文内容の要旨)

泥質片岩には地すべりや岩盤クリープなどの重力変形による地形・地質構造が多く形成されていることが広く知られている。そして、その素因が泥質片岩の強い強度異方性に求められてきた。しかしながら、泥質片岩の岩盤内部のどのような環境にあるところに萌芽的すべり面が発生し、さらに、それがどのように発達していくかについては、ほとんど明らかになっていない。その大きな理由は、地下内部の詳細な情報が乏しかったことにある。

申請者は、典型的な広域変成帯である三波川変成帯にある徳島県三好市善徳および同県吉野川市倉羅の2か所の地すべり地において、先進的ボーリング法によって採取された高品質不攪乱試料を入手し、それらをメソスコピックからミクロスコピックなスケールの組織、化学組成、鉱物組成の面から解析した。その結果、構成鉱物の特有な積層状態が重力による泥質片岩のせん断変形の場合と様式を決定し、さらに泥質片岩には特有の鉱物組成に依存した岩石-水反応過程が存在することを明らかにした。その内容は以下のようにまとめられる。

泥質片岩には、ミクロスコピックな黄鉄鉱とグラファイトに富む層（黄鉄鉱-グラファイト層）と、それらに乏しく石英などが卓越した石英優勢層の細互層が形成されており、黄鉄鉱-グラファイト層を多分に含む層が黒色の層を形成している。この黒色層には開口割れ目に連続するようなミクロな破断や変形が多数認められ、相対的に厚い黒色層は連続的な弱層となり、容易にせん断され、萌芽的なすべり面の形成場となることが明らかとなった。つまり、黄鉄鉱-グラファイト層の岩盤内での偏在が、泥質片岩におけるすべりの微視的な発生場を決定すると考えられる。また、泥質片岩に浸透する酸化的地下水は黄鉄鉱およびグラファイトを酸化消失させる。それと同時に、泥質片岩に含まれる緑泥石はAl-バーミキュライトに変質し、ゲーサイトが沈澱した風化帯を地表付近に形成する。また、黄鉄鉱の酸化によって生成される硫酸は岩石の割れ目に沿って下方浸透して岩石と反応し、岩石の脆弱化を促進する。そして、前述のせん断を促進する。

黒色層に沿うせん断変位は組成の微視的不均質性や層の屈曲等を反映して不均質となり、そのために岩石の破砕がさらに進行する。その破砕の初期的状態を示すものとして、黒色層に接する石英優勢層内に片理面にほぼ直交する割れ目が形成され、それが開口していることが一般的にみられた。この開口割れ目は、上記のせん断変位が黒色層に沿って不均質に生じたことと低拘束圧下で生じたことを示している。相対的に厚く近接する2つの黒色層でせん断が起こると、それらに挟まれた部分は、岩石が破断し、また回転することにより粉砕されていく。石英優勢層が脆性破壊して、破片が並び変えて微褶曲を形成する場合もある。そして、複数のせん断面を伴って粉砕が進行する。このような過程で形成された萌芽的破砕帯および周辺部は、地表面付近の低い封圧下で形成されているために間隙に富み、それ沿いに地表から酸化的な水が浸透するため、前述した岩石-水反応過程によって岩石はより脆弱となり、変形しやすくなる。このように、力学的な変形・破砕と化学的な風化作用とが相互に作用してすべり層が発達する。

(論文審査の結果の要旨)

広域変成岩の代表的な岩石である泥質片岩には、他の岩石の分布地に比べて非常に多くの地すべりが多く分布していることは古くから知られ、かつて破碎帯地すべりのひとつの典型をなすとも考えられてきた。しかしながら、泥質片岩に地すべりが多い理由、また、その発達の実態についてはほとんど明らかになっていなかった。その大きな理由の1つは、地すべり地の泥質片岩は地表付近での変形のために剥離しやすく、不攪乱の状態で採取することが極めて困難であったためである。

申請者は、三波川変成帯の地すべり地から、高品質の気泡ボーリングによる不攪乱試料を入手し、それらをメソスコピックからミクロスコピックにわたるスケールで、組織、化学組成、鉱物組成の面から解析した。このボーリング技術は1992年に実用化されたもので、それを用いた地すべり等に伴う変形や破碎の研究は、申請者の研究までほとんど行われていなかった。解析の結果、申請者は構成鉱物の特有な積層状態が重力による泥質片岩のせん断変形の場合と発達様式を決定し、さらに泥質片岩には特有の鉱物組成に依存した岩石-水反応過程が存在することを、はじめて明らかにした。

申請者は、泥質片岩が黒色の薄層と白色の薄層との互層であることに着目し、また、黒色層がグラファイトと黄鉄鉱に富むことを見出した。そして、ぜい弱な岩石をパラフィンで効果的に固化・切断する手法を考案して組織を観察した結果、相対的に厚い黒色層は連続的な弱層となり、萌芽的なすべり面の形成場となることを発見した。また、岩石の化学組成と鉱物組成の分析とから、泥質片岩に浸透する酸化地下水が黄鉄鉱とグラファイトを酸化消失させ、同時に緑泥石がAl-バーミキュライトに変質することを見出した。さらに、申請者は破碎の進んだ部分の切断面の観察とCTスキャン画像の観察によって、黒色層に沿うせん断変位の不均一性によって岩石が破断すること、2つの黒色層に挟まれた部分の岩石が破断し、また、回転することによって粉碎されていく変化過程を見出した。そして、このような破碎帯がしだいに成長して、地すべりのすべり層となる過程を概念モデルとして提唱した。

上記のように、本研究は、泥質片岩が本来的に持っているグラファイトと黄鉄鉱に富む層に沿って萌芽的なすべり面が発生し、それがしだいに成長していく過程を、不攪乱の試料の多面的な解析によって、初めて明らかにしたものであり、地すべり、および地形の発達過程の研究に関して、大きな貢献をするものである。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、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。