蛇紋岩地すべりの素因としての蛇紋岩の風化特性に関する検討

Consideration from Weathering Characteristics of Serpentine on Landslide in Serpentine Belt

横田 公忠* 矢田部 龍一*

Kinutada YOKOTA Ryuichi YATABE

八木 則男* 夕部 雅丈**

Norio YAGI

Masatake YUBE

Abstract

Many landslides have been occurred in the serpentine belt. It was seemed that the ease of the chemical weathering of serpentine were one of the reason. The chemical weathring characteristics were investigated. The perticles of serpentine were soaked in the carbonated water. The change of pH, clay minerals, cations in the eluate, elements, perticle size and shearing characteristics were obtained. It were clear that much Mg ion flowed out and the angle of shear resistance dropted about 10° for three months.

キーワード: Landslide, Serpentine, Chemical Weathering, Brucite, Shear Strength

1. まえがき

蛇紋岩は地質構造線に沿って、日本全国に広く分布している。各種の石材として利用される反面、種々の工学的問題も引き起こしており、建設工事に際しては難工事となる岩体のひとつとして知られている。問題を引き起こしやすい蛇紋岩ではあるが、事例的研究を除けば蛇紋岩の工学的特性に関する研究は比較的少ない。著者らは蛇紋岩地すべりの機構解明を目的として、蛇紋岩の風化粘性土の工学的特性¹⁾、蛇紋岩地すべりの事例解析^{2), 3), 4)}、蛇紋岩の生成特性からみた蛇紋岩地すべりの発生機構⁵⁾などについて既に報告してきている。

蛇紋岩地帯で発生している地すべりの特徴を示すと次のようである^{3), 4)}。

- ①地すべりは蛇紋岩と他の岩体との境界部に発生することが多い。
- ②地すべり地の勾配は $10^\circ \sim 20^\circ$ と比較的緩傾斜である。
- ③緩慢なクリープ性の運動を続けているものが多い。
- ④崩積土すべりが多く、岩盤すべりの例はあまり認められない。

図-1は北海道幌加内の蛇紋岩地帯の地すべり地の分布を示したものであるが、蛇紋岩の小岩体で、かつ、他の岩体との境界部に発生しているものが多いことが分

かる。この土質力学的な理由については既に検討した。すなわち蛇紋岩地すべり地のすべり面にはクロライトやモンモリロナイトなどの小さなせん断抵抗角の粘土鉱物が含まれていること、これらの粘土鉱物は蛇紋岩体以外から供給されていること、蛇紋岩の風化した粘性土のせん断抵抗角は比較的大きいこと、したがって緩傾斜の地すべりは蛇紋岩体ではなく、他の岩体との境界部に多

図-1 北海道幌加内地方の蛇紋岩地すべりの分布特性

*愛媛大学工学部
**高知県伊野土木事務所

く発生することを明らかにしている。

地すべり発生のためには、小さなせん断抵抗角からなる地すべり粘土の形成とともに地すべり土塊を形成する崩積土塊が必要である。蛇紋岩は崩壊しやすく、崩積土塊の供給源となっているようであるが、その理由は十分には解明されていない。そこで、本論文では蛇紋岩地すべりを起こす素因としての蛇紋岩の風化特性について検討する。

2. 蛇紋岩の鉱物学的特性

蛇紋岩の風化特性を検討する前に蛇紋岩の鉱物学的特性について簡単に記しておく⁵⁾。

①超塩基性岩の主要な構成鉱物であるカンラン石と、その「蛇紋化作用」による蛇紋石の違いは、鉄分と水分を結晶構造中に含むか含まないかにある。かんらん岩中では、鉄はクロム鉄鉱 ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) として存在するとともに鉄の一部は珪酸塩鉱物として、カンラン石 ($\text{Mg}_2\text{SiO}_4 \sim \text{Fe}_2\text{SiO}_4$) や輝石 ($\text{Mg, Fe, Mn}_2(\text{Si, Al})_2\text{O}_6$) の結晶構造に含まれる。これらの鉱物に水は含まれていない。一方、蛇紋石が生成される時は、鉄は磁鉄鉱 (マグネタイト = 四・三酸化鉄 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)) として珪酸塩鉱物から放出される。鉄は地表において酸化第一鉄 (FeO) では不安定で、酸化第二鉄 (Fe_2O_3) (赤鉄鉱) となり、更に比較的容易に水と反応して水酸化第二鉄 ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) となり、赤錆び色の褐鉄鉱として安定する。しかし、高温のマントル物質中の赤熱状態の鉄は水中で急冷されると四・三酸化鉄 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) として結晶し、磁鉄鉱として比較的安定して存在する。蛇紋岩は含水珪酸塩鉱物の蛇紋石と磁鉄鉱で構成されている。

②蛇紋石化作用時に蛇紋石と共にプルサイトが生成される。蛇紋石化作用の一例を示すと次のようである。

余剰の SiO_2 成分があれば蛇紋石が形成され、 SiO_2 成分が不足すれば蛇紋石と共に水滑石（水酸化マグネシウム＝ブルサイト）が形成される。したがって、蛇紋岩は多少にかかわらずブルサイトを含む。なお、ブルサイトは水滑石のことであり、硬度 2.5 の軟らかい鉱物である。

3. 蛇紋岩の風化特性

蛇紋岩の鉱物学的特性を検討した結果、蛇紋岩には蛇紋石以外に磁鉄鉱とブルサイトが含まれており、それが蛇紋岩の風化特性に影響していると考えられる。そこで、風化特性を検討する前に蛇紋岩の鉄酸化物含有量とブルサイトの含有量を調べた。次いで弱酸による溶出実験により、ブルサイトが風化特性に与える影響を検討した。

3.1 鉄酸化物の含有量

三波川帯，御荷鉾緑色岩帯，黒瀬川帯の蛇紋岩から特

微的と見られる数ヶ所を選んで、鉄酸化物の含有状況を調べた。鉄酸化物の含有状況は、蛍光X線分析により調べた。その際、蛇紋石中に鉄は基本的に含まれないことを前提として、含有鉄酸化物と蛇紋石の代替としての珪酸分との量比（以下鉄酸化物の含有比と略す）を求めた。

図-2 に試料採取位置を、図-3 に鉄酸化物の含有比を示す。蛇紋石は鉄を結晶構造中に含まず、その鉄酸化物含有比は 0.03~0.08 とされている。実際、高知県檜原町永野の蛇紋岩風化粘性土の試料から顕微鏡下で視認できる磁鉄鉱を取り除き、ほぼ蛇紋石とみなされる試料のみを分離して調べた結果、その試料の鉄酸化物含有比は 0.092 であった。また、一般的にマントルを形成するオリビンの組成式は $(\text{Mg}_{0.85}\text{Fe}_{0.15})_2\text{SiO}_4$ と言われており、これより算出すると鉄酸化物含有比は 0.36 になり、天然のカンラン石中では、 $\text{Mg}:\text{Fe}=100:0\sim70:30$ であるとされていることから算出すると鉄酸化物含有比は最大で 0.72 である。また、クロライトの鉄酸化物含有比は 0.16~0.40 である。

図-3に示すように、今回調べた蛇紋岩の鉄酸化物含有比は、0.25~1.50と蛇紋石単独と見られる鉄酸化物の含有比(0.03~0.08)と比較すれば、数倍~数十倍の大きさを示す。鉄酸化物の大半は磁鉄鉱である。実際、蛇紋岩は磁石にくっつくほどの鉄分を含むものが多い。なお、鉄酸化物含有比は0.25~1.50と大きくばらついているが、これはマントル物質から磁鉄鉱や蛇紋石が生成され

図-2 試料の採取位置

圖一3 鐵酸化物含有比

る際の温度他の環境条件の相違を反映している。この蛇紋岩の鉄酸化物含有比のばらつきは、カンラン石やクロライトの鉄酸化物含有比と比較しても大きく、蛇紋岩の工学的性質と色彩が多様性を示す素因の一つとなっている。また、鉄酸化物含有比が大きくばらつくことは、蛇紋岩個々の風化特性に大きな違いが出る事が想像される。

3.2 ブルサイトの含有量

蛇紋岩が炭酸ガスを含んだ水に溶けることが報告されている^{6),7)}。これはカルサイトやブルサイトが酸により溶解しているからであると考えられる。実際、化粧板として利用されている蛇紋岩を塩酸に浸すとカルサイトやマグネサイトと見られる白い脈が急速に溶解するのが確認できる。しかし、方解石の白い脈を持たない岩片でも、顕微鏡下で塩酸により黄白の脈の部分から緩慢な泡の放出が確認されることがある。これはブルサイトの含有によると思われるが、ブルサイトと蛇紋石(クリソタイル)は光学的には識別しがたい。大量のブルサイトの存在はX線粉末回折法によって確認される。なお、同方法によっても検出されなかった試料から氷酢酸法により20.8%の可溶成分(ブルサイト)が検出されたことが報告されている⁸⁾。これらの報告にみられるように蛇紋岩に多くのブルサイトが含有されていると考えられる。そこで、日本全国の蛇紋岩に含まれるブルサイトの含有量を調べた。ブルサイトの含有状況はHostetlerらの方法⁹⁾により求めた。

図-4に各地の蛇紋岩のブルサイト含有量を示す。なお、図-2と図-4に試料の採取地を示している。日本各地に存在する蛇紋岩及びかんらん岩中には、ブルサイトが含まれていることが確認される。含有量は少ないもので円行寺の1.51%、多いものでは蔦の17.38%とバラツキを見せる。

ブルサイトの溶解が蛇紋岩の風化に大きく影響しているとすれば、蛇紋岩の新鮮な岩試料と風化して粘性土化した試料ではブルサイトの含有量が異なることが予想さ

れる。図-5に長者地すべり地のボーリングコアより採取された蛇紋岩風化粘性土の礫分と粘土分に含まれるブルサイトの含有量を示す。礫分のブルサイトの含有量は粘土分のブルサイトの含有量より多い。これは、蛇紋岩が風化する過程で、まずブルサイトの溶出が先行していること示しているものと考えられる。

3.3 炭酸による蛇紋岩粉末からの溶出特性

上述したことから蛇紋岩にはかなり多くのブルサイトが含まれることがわかった。このブルサイトが実際、風化に大きく影響しているか否かを確認するために弱酸である炭酸による溶出実験を行った。用いた試料は高知県日高村の採石場で採取したものである。蛇紋岩をクラッシュにより破碎した後、ボールミルで粉碎し、420 μ 篩を通過した試料を試験に用いた。

実験はガラス瓶に純水1800ccと蛇紋岩粉末900gを入れ、炭酸ガスを常時注ぎ込むことにより行った。純水に炭酸ガスを注ぎ込んだ炭酸水のpHの初期値は5.0程度であった。

測定はpH、元素、鉱物、溶出イオン、粒度、せん断特性について行った。元素分析には蛍光X線回折装置を、鉱物分析にはX線回折装置を、また、溶出イオンの測定にはICP発光分光分析装置を用いた。粒度は粒度分析により、せん断試験はリングせん断試験機ならびに三軸圧縮試験機を用いて行った。

図-6にpHの変化を示す。初期に5.0程度であったものが、一週間程度で6.5程度となり、以後ほぼ同じ値を保っている。図-7に溶出試験結果を示す。Mgの溶

図-4 試料の採取地と各試料のブルサイト含有量

図-5 礫分と粘土分中のブルサイトの含有比

図-6 pHの変化

出が著しく、35日程度で600 mg/lの溶出があり、以後はほぼ一定値を示している。これはブルサイトの溶出が終息に近づいていることを示していると考えられる。その他、Si, Ca, Al, K, Fe等の溶出がみられるが、Mgに比べると溶出量は少ない。

蛇紋岩からMgの溶出が著しいことは地下水の水質分析結果からもわかる。表-1は高知県日高村の採石場で採取した地下水の水質分析結果で、陽イオンの含有量を示している。何れもMg²⁺のイオン濃度が非常に大きく、5つのサンプル中、4つでイオン濃度が3(meq/l)を越えている。四国の黒色片岩、緑色片岩、御荷鉾緑色岩等の分布地の地下水を分析した結果、Mgは0.5(meq/l)程度までであったことからしても蛇紋岩からのMgの溶出が突出していることがわかる。

溶出試験ならびに地下水の水質分析結果から、蛇紋岩ではブルサイトが容易に、しかも急速に溶出することが確認された。これが蛇紋岩の風化に大きく影響していると思われる。実際、蛇紋岩の露頭や切り土斜面では常時風化が進行し、表層部の恒常的な崩壊の進行が観察される。また、堅い岩礫状の採取試料が1~2年の屋外放置状態でほぼ完全に軟弱化してしまうことも稀ではない。これらの急激な風化現象は蛇紋岩中のブルサイトの急速な溶脱によるものと考えられる。

蛇紋岩粉末の風化がせん断特性に与える影響を調べた結果を図-8に示す。行った試験はリングせん断試験と三軸圧縮試験である。1ヶ月毎に蛇紋岩粉末を取り出し、せん断試験を行った。図中、 ϕ は三軸圧縮試験により求められた有効応力応力基準でのせん断抵抗角であり、

ϕ はリングせん断試験により求められた残留状態でのせん断抵抗角である。何れの試験でも c' 、 c ともにゼロであった。これから ϕ 、 ϕ_r とも時間の経過とともに小さくなっており、3ヶ月で約10°の低下が起きていることがわかる。全国各地の蛇紋岩粘性土のせん断抵抗角が30°前後³⁾であることから考えると3ヶ月で新鮮な岩の粉末から風化粘性土への強度低下が進行したものと推定される。

以上のことから、弱酸である炭酸溶液中で蛇紋岩粉末は多くのMgを溶出し、せん断抵抗角はかなり低下することがわかった。Mgの溶出が蛇紋岩粉末にどのような変化をもたらしているのか、また、せん断抵抗角低下の機構は何なのかについての考察を行う。

図-9に蛍光X線回折による蛇紋岩粉末試料の元素分析結果を示す。初期状態でSiO₂が50%強、MgOが45%程度、その他、K₂O、Al₂O₃、Fe₂O₃等が含まれているが、量的には僅かである。1ヶ月毎に元素分析を行ったが、図に示すように明らかなMgOの減少は確認されなかった。これはMgの溶出量が600 mg/l程度であり、蛍光X線回折による元素分析能で確認されるほどのものではなかったということが影響している。

図-8 溶出によるせん断抵抗角の変化

表-1 蛇紋岩体の地下水の陽イオン

Sample No.	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1	9.36	13.60	0.096	0.018	0.082	3.299
2	9.30	26.30	0.112	0.033	0.097	3.422
3	8.97	12.50	0.097	0.030	0.276	1.876
4	9.23	14.56	0.122	0.097	0.194	3.110
5	7.76	16.25	0.074	0.027	0.145	3.069

EC(μ s/m) イオン濃度(meq/l)

図-9 元素分析結果

図-7 溶出試験結果

図-10にX線回折による1ヶ月毎の回折図を示す。粉末法では回折図に有意な変化はみられないが、沈降定方位法では時間の経過とともに蛇紋石鉱物の回折強度が強くなっている。回折強度が強くなるのは単位面積あたりに占める蛇紋石鉱物の割合が増えたからである。沈降定方位法の試料には $2\mu\text{m}$ 以下の微細粒子を用いているが、粉末法ではそれよりもかなり大きい粒子を用いている。 $2\mu\text{m}$ 以下の微細粒子にはブルサイトが多く含まれており、0ヶ月と1ヶ月後の蛇紋石鉱物の回折強度は弱い。ブルサイトが溶脱された2ヶ月後、3ヶ月後では蛇紋石鉱物の割合が増えて回折強度は強くなったと思われる。一方粉末法では $74\mu\text{m}$ 以下という比較的大きな粒子を用いているのでブルサイトの溶脱が殆ど影響して

いないと思われる。

図-11に初期状態と3ヶ月後の粒度分布を示す。粗粒の部分では粒度に際だった変化は認められないが、細粒分は少し増加している。図-12に3ヶ月経過試料のせん断前後の粒度分布を示す。せん断後には粒子破碎により細粒化が進んでいることがはっきりと確認される。これから、Mgの溶脱により粒子自体の強度が弱くなっており、せん断時に粒子破碎が生じて、せん断抵抗角が小さくなっていると推定される。ただし、炭酸溶液中に浸しておくだけで、3ヶ月で 10° 程度ものせん断抵抗角の低下が起こる理由ははっきりとつかめておらず、現在検討中である。

以上のことから、蛇紋岩の風化にはブルサイトが大きい

図-10 X線回折結果

図-11 溶出による粒度分布の変化

図-12 溶出を受けた試料のせん断前後の粒度分布の変化

く影響していることが確認された。なお、電子顕微鏡により粒子形状の変化を調べたが、はっきりとした変化は認められなかった。

4. 蛇紋岩の風化と地すべり

以上検討した蛇紋岩の風化特性が地すべりの発生にどのように影響しているかについて考察を加える。

風化特性のうち特徴の一つはブルサイトの溶脱のしやすさにある。地下水が存在してブルサイトと蛇紋石脈の風化が進行すれば、ブルサイト溶脱後のクリソタイルは繊維状を呈し、磁鉄鉱をクリソタイルがくるみ込んだ形の蛇紋岩中にも空隙が生じて水の流路を形成する。蛇紋石は形成過程で十分な水と共存しており、基本的には新たに水と接しても何の影響も受けない。言い換えれば蛇紋岩は疎水性・低保水性を示す。これから蛇紋岩の地山は透水係数が大きく、また、保水性が乏しいので地下水位の変動が著しいことが予想される。実際、京都府北部の蛇紋岩地域周辺の小流域では、基底流量の空間変化と季節変化とが大きく、基底流量と高度に負の相関関係が見られることから、蛇紋岩山地においては基盤岩の地下水面が大きく季節変動していることが示唆されている⁹⁾。このように透水性がよく、地下水位の変動が激しければ、豪雨時の地下水位の上昇により崩壊が発生しやすい。また、ブルサイトが溶脱すれば、蛇紋岩自体の強度も弱り、

崩壊を引き起こしやすくなる。

風化特性のもう一つの特徴は、鉄が磁鉄鉱という安定な形で存在していることである。水酸化物の溶脱により蛇紋岩の構成鉱物粒子の分離と粗粒化は急速に進行する。しかし、磁鉄鉱を被膜した蛇紋石の化学的な変質を伴わないために粘土化は進みにくい。図-13に全国の蛇紋岩の風化土の粒度を三角座標上に示したが、粘土分が少ないことが分かる。

以上のことから、ブルサイトの溶脱が蛇紋岩体の透水係数のアップと強度の弱化を招き、蛇紋岩体の崩壊を促進し、地すべり土塊を形成する一要因であること、しかし、粘土化までの細粒化はしにくいことがわかった。

図-14に蛇紋岩体と他の岩体との接触域で発生する地すべりの模式図を示す。ブルサイトの溶脱や小割作用により蛇紋岩体の強度が低下すれば、他の岩体を巻き込んで斜面崩壊が発生し、地すべり土塊が形成される。図に示すように崩壊土塊に緑色片岩や黒色片岩があれば風化して、膨張性クロライトやハイドロマイカなどの膨張性を有する小さなせん断抵抗角を持つ粘性土が生成され、緩傾斜の地すべりが発生する。また、地すべり土塊を形成している蛇紋岩は風化して大きな透水性を示し、地すべり活動を活発にする要因の一つとなる。

蛇紋岩体は各種の岩体と接している。隣接する岩体の多様さが、蛇紋岩と他の岩体との接触域で発生する地すべりの多様性を生み出すことが予想される。そこで、蛇紋岩体と隣接する岩体とに跨って発生している各地の地すべりの平均的な勾配を求めた。表-2に蛇紋岩が分布する6地域の滑落崖と地すべり地の勾配を示す。地すべり地の勾配は $12.1^{\circ} \sim 23^{\circ}$ とかなりばらついている。北海道の日高地方と四国の本山地域の地すべり勾配が小さく、四国の東赤石地域のものが大きい。日高地域は蛇紋岩と堆積岩ならびに変成岩が接しており、東赤石はカンラン岩、富郷は黒色ならびに緑色片岩、白髪山は緑色片

図-13 蛇紋岩の風化土の粒土

図-14 蛇紋岩体と他の岩体との境界で発生する地すべりの模式図

表-2 蛇紋岩地すべり地の滑落崖と地すべり地の平均勾配

	移動土塊の勾配	滑落崖の勾配	地山の勾配
日高	14.6°	21.6°	16.8°
東赤石	23.0°	36.4°	32.0°
富郷	20.1°	31.7°	21.5°
白髪山	19.3°	34.7°	25.1°
本山	14.4°	25.4°	15.2°
禰原	15.2°	32.6°	22.2°

岩、本山地域は御荷鉾緑色岩、禰原地域は緑色岩が接している。地すべりの勾配の相違には、これらの岩体の特性が大きく影響していると考えられる。

5. あとがき

蛇紋岩地すべりの素因としての蛇紋岩の風化特性について検討した。特に、風化に弱いブルサイトと比較的安定な磁鉄鉱と蛇紋石とが共存状態にある蛇紋岩の風化の特性について検討した。得られた結論は次のようである。

- 1) 今回調べた蛇紋岩の鉄酸化物含有比は、0.25～1.50と蛇紋石単独と見られる鉄酸化物の含有比(0.03～0.08)と比較すれば、数倍～数十倍の大きさを示す。蛇紋岩は基本的に蛇紋石と磁鉄鉱とブルサイトで構成され、それらの含有量のバラツキが蛇紋岩の風化を多様なものにしている。
- 2) 蛇紋岩中のブルサイトの含有量は比較的多く、今回調べた全国の蛇紋岩では、2%～17%程度であった。
- 3) 炭酸水溶液中ではブルサイトの溶脱が先行し、磁鉄鉱は殆ど溶解しない。
- 4) 炭酸水溶液に浸すことにより蛇紋岩粉末のせん断抵抗角はかなり低下する。せん断抵抗角低下の要因

としては、ブルサイトの溶脱に伴う岩構造の破碎による粒子破碎が影響していると考えられる。

- 5) ブルサイトの溶脱は、蛇紋岩体の透水係数の増大や岩体の強度低下を招き、崩壊の素因となる。また、磁鉄鉱の含有により蛇紋岩は風化しても粘土化しにくい。

- 6) 蛇紋岩地すべりは、それに接する地層の影響を大きく受けており、地形勾配も地域によってかなり異なる。

試料採取に際してお世話になった関係諸機関・諸氏に感謝します。また、鉱物分析や元素分析は愛媛大学地域共同研究センターのX線回折装置と蛍光X線回折装置を用いて行った。

参考文献

- 1) 横田、矢田部、八木：蛇紋岩の風化粘性土の強度特性、土木学会論文集、No.529, pp.155-163, 1995.
- 2) 横田、八木、矢田部：蛇紋岩の風化粘性土に起因した切土のり面の崩壊に関する一考察、土木学会論文集、No.541, pp.57-65, 1996.
- 3) 横田、矢田部、八木：蛇紋岩地帯の地すべりの発達に及ぼす粘土鉱物とせん断強度の影響、土木学会論文集、No.568/Ⅲ-39, 125-132頁, 1997.
- 4) 矢田部、横田、八木、野地：蛇紋岩地すべりの発生機構に対する検討、地すべり、Vol.34, No.1, pp.24-30, 1997.
- 5) 横田、矢田部、八木：蛇紋岩地すべりに対する鉱物学的一考察、地すべり、Vol.35, No.3, pp.15-23, 1998.
- 6) W. E. Wildman, M. L. Jacobson and L. D. Whittig : Serpentine Rock Dissolution as a Function of Carbon Dioxide Pressure in Aqueous Solution. The American Mineralogist, vol. 53, pp.1252-1263, 1968.
- 7) B. R. FROST : On the Stability of Sulfides, Oxides and Native Metals in Serpentine. J. Petr. vol. 26-1, pp. 31-63, 1985.
- 8) 鈴木醇・鈴木淑夫：北海道山部地方の蛇紋岩類、特にブルース石蛇紋岩の産状とその成因について、岩石鉱物鉱床学会誌、No.63-4, pp.123-145, 1970.
- 9) 小松陽介他(1996)：京都府大江山蛇紋岩周辺における小流域の基盤流量の空間変化および季節変化、水文・水資源学会誌、第9巻、第6号、pp.489-497, 1996.

(原稿受理日 平成11年3月8日)

地震により斜面上に形成された亀裂が土砂生産危険度に及ぼす影響

「地すべり」Vol. 36, No. 2 (通巻第 138 号) pp. 3~12, 1999 年 (平成 11 年) 9 月

平松晋也, 水山高久, 石川芳治, 小山内信智

平成 7 年 1 月 17 日に発生した兵庫県南部地震により山腹斜面上に形成された亀裂の分布状況やその規模の実態把握を行った。そして、これらの調査結果を踏まえ、現地斜面を対象として、亀裂の存在が斜面の安定性に及ぼす影響度評価を行うことを目的として数値実験を実施した。さらに、地震発生後の砂防施設の効果的な配置を考える上での指標とすることを前提として、亀裂の存在場の地形形状の相違が流域からの土砂生産危険度に及ぼす影響について定量化を試みた。

第三紀層地すべり地におけるすべり面の発達過程とすべり面粘土の生成について

「地すべり」Vol. 36, No. 2 (通巻第 138 号) pp. 13~23, 1999 年 (平成 11 年) 9 月

守随治雄

地すべり運動が生じると地すべり土塊はより安定な位置へ移行するが、第三紀層地すべりでは、繰り返し再活動が生じている。その原因としては、移動するにつれてすべり面がよりすべり易い性状や鉱物組成に変化している可能性がある。そこで、本研究は、それらを解明するために、運動履歴の異なる 5 つの第三紀層地すべりを選び、主として、地質学的観点から、第三紀層地すべり地におけるすべり面の発達過程とすべり面粘土の生成を調べた。

その結果、粘土化するほど土の摩擦抵抗は低下すること、粘土の中でもスメクタイトの摩擦抵抗はとくに小さいことを考慮すると、すべり面付近が凝灰岩もしくは凝灰質な地質よりなる第三紀層地すべりが繰り返し再活動する原因は、移動に伴うすべり面近傍の粘土分の増加と地下水の影響によるスメクタイトの生成にあることがわかった。

The Iwato Slide Has Characteristics of both Shear Zone slide and Hydrothermal Alteration Zone slide

「地すべり」Vol. 36, No. 2 (通巻第 138 号) pp. 24~31, 1999 年 (平成 11 年) 9 月

Hiroyuki MAEDA and Hiromasa HIURA

岩戸地すべりは、1986 年 11 月に、北海道北東部、生田原町岩戸地区で起こった。この地すべりは、古期地すべり地形(幅約 140 m, 全長約 100 m)下部ユニットの一部で起こり、移動体の幅が約 25 m, 全長が約 45 m であった。

岩戸地すべり地付近の地質は、下部白亜系~古第三系始新統日高累層群、新第三系上部中新統生田原層、新第三紀貫入岩類および第四系河岸段丘堆積物、地すべり堆積物、扇状地堆積物および沖積層からなる。

熱水変質帯は、スメクタイト帯、ゼオライト帯、プロビライト帯、イライト帯およびカリ長石帯からなる。

岩戸地すべりの基岩は、破碎帯において再固結した、日高累層群の破碎質頁岩であり、中期~後期中新世の流紋岩貫入活動に伴う熱水変質作用を受けて、スメクタイト化している。したがって、初生地すべりは、破碎帯と熱水性スメクタイト帯とを素因とした、破碎帯-熱水変質帯地すべりであったと考えられる。最近の地すべりは、移動体が日高累層群頁岩や生田原層火砕岩起源の碎屑物からなり、すべり面が地すべり堆積物にある、岩屑スランプであった。

蛇紋岩地すべりの素因としての蛇紋岩の風化特性に関する検討

「地すべり」Vol. 36, No. 2 (通巻第 138 号) pp. 32~38, 1999 年 (平成 11 年) 9 月

横田公忠, 矢田部龍一, 八木則男, 夕部雅丈

蛇紋岩地すべりの素因としての蛇紋岩の化学的風化特性を調べた。蛇紋岩粉末を炭酸溶液中に浸し、溶出特性、pH、粒度、元素、鉱物、せん断強度、粒子形状の変化を調べた。その結果、Mg の溶出が著しいこと、せん断抵抗角は ϕ , ϕ_r とともに約 10° も小さくなることなどが分かった。また、Mg はブルサイトからの溶出によっていることも明らかにした。

クイッククレイ堆積域における地すべりの動態観測

「地すべり」Vol. 36, No. 2 (通巻第 138 号) pp. 39~47, 1999 年 (平成 11 年) 9 月

岡本 隆, 浅野志穂, 松浦純生, Jan Otto LARSEN

スカンジナビア半島やカナダに分布するクイッククレイは鋭敏比が 8 以上で構造的に非常に不安定である。そのためクイッククレイ堆積域では河川侵食や地盤の凍結・融解、工事にともなう振動によって地すべりが頻発する。著者らはクイッククレイ堆積域での地すべりの挙動と間隙水圧、気象要素の関係を把握するため、ノルウェーのクイッククレイ地すべり地に試験地を設定し、地すべりの自動観測を 1997 年 11 月から開始した。観測は、降水量、融雪水量、気温、地温、間隙水圧、地すべり移動量についておこなっている。電源を設置した小屋が計器のフィールドの近くに建てられ、観測データは小屋の中のデータロガーによって 15 分間隔で収集されている。本報告では、その観測システムについて報告するとともに、1 年間の観測から得られた若干の結果についても併せて報告する。スカンジナビア半島やカナダに分布するクイッククレイは鋭敏比が 8 以上で構造的に非常に不安定である。そのためクイッククレイ堆積域では河川侵食や地盤の凍結・融解、工事にともなう振動によって地すべりが頻発する。著者らはクイッククレイ堆積域での地すべりの挙動と間隙水圧、気象要素の関係を把握するため、ノルウェーのクイッククレイ地すべり地に試験地を設定し、地すべりの自動観測を 1997 年 11 月から開始した。観測は、降水量、融雪水量、気温、地温、間隙水圧、地すべり移動量についておこなっている。電源を設置した小屋が計器のフィールドの近くに建てられ、観測データは小屋の中のデータロガーによって 15 分間隔で収集されている。本報告では、その観測システムについて報告するとともに、1 年間の観測から得られた若干の結果についても併せて報告する。