

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 6月 3日現在

機関番号：82105

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23658136

研究課題名（和文） 荒砥沢地すべりの圧密されたシルト岩における超低勾配・長距離すべりの機構解明

研究課題名（英文） Mechanisms of long travelling Aratozawa Landslide on gentle sliding surface in consolidated silt

研究代表者

岡田 康彦 (OKADA YASUHIKO)

独立行政法人森林総合研究所・水土保全研究領域・主任研究員

研究者番号：50360376

研究成果の概要（和文）：国内最大級の荒砥沢地すべりで認められた、4度以下の超低勾配すべり面を300mもの長距離運動したすべり機構の解明を目指し、低温走査型電子顕微鏡（Cryo-SEM）を用いた土粒子構造調査を実施した。その結果、すべり面を形成したシルト岩中には円筒状や格子形状の粒子が多数確認された。一方、その上位に位置した凝灰岩には、これらは見当たらなかった。せん断に伴って特異な形状の粒子が破碎されることにより間隙圧が上昇し、地すべり長距離運動が生じる可能性を示唆する結果を得た。

研究成果の概要（英文）：Skeletal structure in soil from a sliding surface of Aratozawa Landslide was investigated to reveal the sliding mechanisms using Cryo-SEM. Many cylindrical and latticed grains were found in silt stone that formed the sliding surface of the landslide, while those were not found in the tufa that overlay the silt. Crushing of cylindrical and latticed grains was likely leading to pore-fluid pressure build-up resulting in the long travelling distance (300m) on the gentle slope (< 4 degrees) of the Aratozawa Landslide.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学

キーワード：崩壊・地すべり・土石流

1. 研究開始当初の背景

岩手・宮城内陸地震（平成20年6月14日午前8時43分に発生、岩手県奥州市を震源とする直下型地震、マグニチュードは7.2、最大震度6強）では、宮城県栗原市、岩手県奥州市を中心に、土石すべり、土石流、落石、岩盤崩落など大小種々のタイプの地すべり（広義）が発生した。流動性の高いタイプの地すべり（広義）の発生が特徴としてあげられる中、最も特筆すべきことは、崩壊土量が5,000万 m^3 を超える国内最大級の地すべりが発生したことである。この荒砥沢地すべりは長さ約1,300m、幅が約900m、すべり面の最

大深度は約100mにもおよび（図1）、300m以上のすべり変形が発生したとされている。また、滑落崖の高さも150mに至る。

これまでに実施されてきたボーリング調査の結果により、地すべりの推定すべり面の傾斜は約4度以下の超低勾配であったこと、部分的には逆傾斜（この場合、登り坂をすべることになる）であったこと、すべり面が形成され最もせん断変位が進行した地質は、土粒子の粒径が0.005から0.07mm程度と非常に細かいシルト岩であることがわかっている。

通常、内部摩擦角が35度程度を示す土に

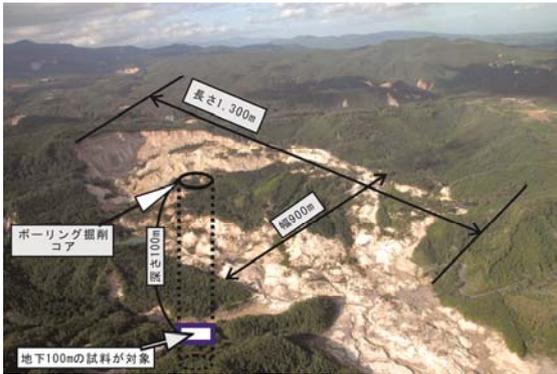


図1 荒砥沢地すべり(長さ1,300m、幅900m)とボーリングコア掘削(すべり面の最大深度は100m)の模式図



写真1 粒子の構造観察に使用した、凍結した試料の調査を可能とする低温走査型電子顕微鏡 (Cryo-SEM)

対し、地すべりが傾斜4度以下(かつ、部分的には逆傾斜)のすべり面を300m以上にわたり長距離運動するには、例えば、間隙流体圧の上昇など、何らかの作用により土の粒状体としての摩擦抵抗力がほとんど発揮されない条件以外には想定しづらい。しかし、いわゆる液状化現象は、1964年の新潟地震で認められた経験を基に、比較的、土粒子の粗い砂(粒径が1mm前後)が低応力下で疎に堆積した層で発生しやすいとされている。一方、荒砥沢地すべりのすべり面は、液状化が発生し難いとされてきた細かい土粒子からなるシルト岩で形成されているという特徴を有する。また、この地すべりのすべり面は最大で100mもの深度にあり、地震が発生する以前は、相当の高応力で圧密されていたこととなり、砂地盤の液状化で特徴付けされるような疎の構造は、通常では想定しづらい。

これらの背景もあり、高応力下で圧密されたシルト岩における超低勾配のすべり面を有した地すべりの長距離運動現象は、国内外問わず地すべり研究者にとって驚愕の事実であり、その機構解明研究の推進が不可欠で

あった。

2. 研究の目的

低温走査型電子顕微鏡(Cryo-SEM)(写真1)を用いてすべり面近傍の試料の微細構造を観察して、最大深度100mでの高応力で圧密された細粒のシルト岩中にすべり面を形成した国内最大級の荒砥沢地すべりが、4度以下の低勾配のすべり面を長距離運動(300m)した機構の解明を目的とした。

3. 研究の方法

岩手宮城内陸地震で発生した荒砥沢地すべり地の内外において採取したボーリングコア試料(写真2)を対象に、土粒子の構造調査を実施する。

地下深度が最大で100m程度に存在したすべり面近傍部より不攪乱でシルト岩試料を採取する他、このシルト岩の上位に位置した軽石凝灰岩試料も併せて採取する。液体窒素を用いてこれらのサンプルを凍結させ、低温走査型電子顕微鏡(Cryo-SEM)を用いて凍結したままの試料の土粒子構造を調査する。最大で2,500倍程度の倍率で詳細に構造を調査して、荒砥沢地すべりの長距離運動機構を検討する。

4. 研究成果

平成20年6月の岩手宮城内陸地震により発生した荒砥沢地すべり地では、地すべり発生後にボーリングコア試料が多数採取された。これらのボーリングコア試料の詳細な観察から、荒砥沢地すべりのすべり面は深さが最大で100m程度であり、その傾斜は4度程度以下と超低勾配であることがわかってきた。

すべり面を形成したと考えられている層の地質は、細粒の土粒子からなるシルト岩であった。このことから、砂のような粗い土粒子の疎の堆積層で発生することが多い、いわゆる液状化現象は想定しづらい地質であった。一方、シルト岩の上位には、軽石凝灰岩が堆積していたことがわかった。岩手宮城内陸地震で発生した多種多様な地すべり(広義)では、流動性の高いタイプの地すべりの発生が特徴としてあげられている。これらの内、軽石凝灰岩を主体とするものも多数認められたことから、荒砥沢地すべりが、軽石凝灰岩中にすべり面を形成せずに、シルト岩中にすべり面を形成しながら300m以上の長距離を運動したことは、その土量・規模が国内最大級であること以外の特徴であることがわかった。

すべり面が形成された細粒土粒子からなるシルト岩、ならびにその上位に位置した軽石凝灰岩から、その土粒子構造を破壊することが無いように十分注意しながら約5mm程度

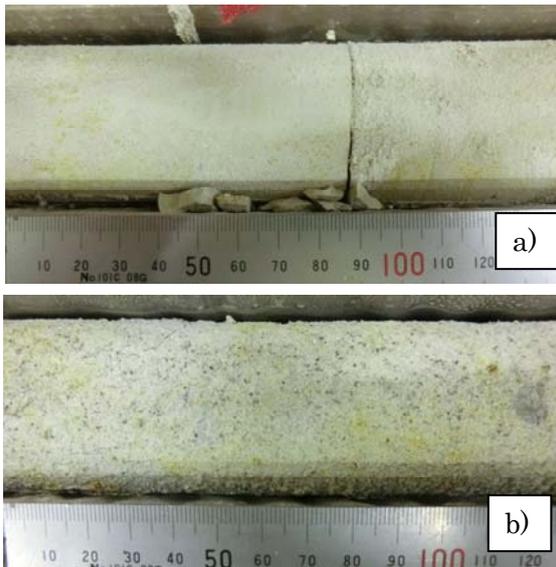


写真2 ボーリングコア試料。
a):細粒のシルト岩, b):軽石凝灰岩。

の大きさのサンプルを採取した。液体窒素を用いて試料を凍結させ、サンプルホルダー上にセットした後、低温走査型電子顕微鏡（Cryo-SEM）装置に装填して土粒子構造の観察調査を実施した。

シルト岩サンプルを子細に観察したところ、円筒の形状をした粒子や、格子形状の粒子が多数確認された（写真3）。一方、シルト岩の上位に位置した軽石凝灰岩については、そのような特殊な形状の粒子は確認できなかった。流動性の高い地すべりが他で多数確認できたにもかかわらず、荒砥沢地すべりにおいて軽石凝灰岩中にすべりが卓越しなかったことについては、地形や、地下水条件の他、振動特性など種々の要因が影響を及ぼしたものと推定されるが、今後の研究推進が必要と考えられる。

地すべり現象に関する研究の進展に伴い、すべり面近傍のみで間隙の流体圧が高まることにより粒状体のせん断抵抗力が減少する「すべり面液状化現象」の機構が解明されてきた。それらによると、粒子同士の間隙が小さく、つまり疎ではなく密に詰まった層においても、せん断に伴って粒子の一部が破碎や粉砕されることにより体積収縮傾向が生じるような場合においては、すべり面近傍のみで間隙の流体圧が高まることになる。間隙流体圧が一定以上に保持されると、有効応力が減じてせん断抵抗力も減少する。写真3で認められた円筒形状や格子形状の粒子は、粒子自体の間隙率が相当程度に大きいだけではなく、せん断に伴う破碎や粉砕が容易に発生しうると推定されることから、荒砥沢地すべりが長距離運動した要因の一つとなったと示唆される結果を得た。

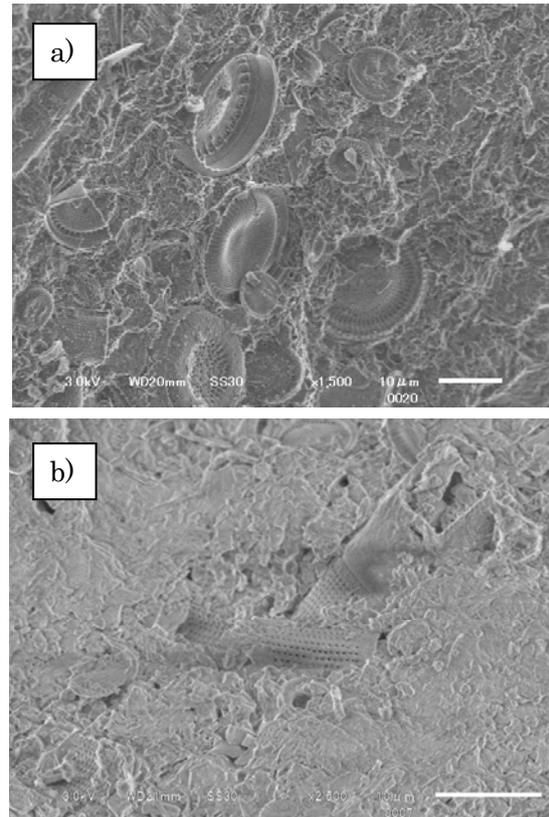


写真3 シルト岩サンプルで認められた粒子の例。a):円筒形状, b)格子形状。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 2件）

①岡田康彦、黒川潮、浅野志穂、日影森で発生した地すべりの流動化機構の土質力学的検討、森林総合研究所研究報告、査読有、11巻2号、71-75

②Yasuhiko OKADA, Ushio KUROKAWA, Shiho ASANO, Examining mechanisms of Hikagemori landslide triggered by Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 by laboratory soil tests, Proceedings of International Symposium on Earthquake-induced Landslides, 1巻、431-435

〔学会発表〕（計 1件）

①岡田康彦、宮城県栗原市・日影森地すべりの長距離運動機構に関する土質力学的検討、砂防学会、平成24年5月24日、高知市

〔図書〕（計 0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡田康彦 (OKADA YASUHIKO)
独立行政法人森林総合研究所・水土保持研究領域・主任研究員
研究者番号：50360376

(2) 研究分担者

()
研究者番号：

(3) 連携研究者

()
研究者番号：