

一般社団法人日本応用地質学会

地すべりの初生と評価に関する研究小委員会  
(第二期)

最終活動報告書

平成 28 年 4 月

地すべりの初生と評価に関する研究小委員会(第二期)

## 目 次

	ページ
1. 委員構成	2
2. 委員会設立目的	3
3. 委員会活動目標	3
4. 委員会活動成果の公表	4
5. 委員会活動経過	5
6. シンポジウム・特別号の概要	9
参考文献	13

### 【巻末資料】

(1) 委員会議事録集 (40 ページ) 非公開

(2) シンポジウム予稿集 (75 ページ)

<http://www.jseg.or.jp/03-publication/symposium-paper.html>

(3) 学会誌特別号掲載論文 (67 ページ)

「応用地質 Vol. 56 No. 4」

[https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jjseg/56/4/\\_contents/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jjseg/56/4/_contents/-char/ja/)

「応用地質 Vol. 56 No. 5」

[https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jjseg/56/5/\\_contents/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jjseg/56/5/_contents/-char/ja/)

## 1. 委員構成

本研究小委員会には以下の委員（平成26年2月25日現在）で構成する。

- ・長谷川 修一（委員長） 香川大学 工学部 安全システム建設工学科
- ・阿部 大志 日本工営（株）国土保全事業部 防災部
- ・上野 将司 応用地質（株）エンジニアリング本部
- ・大野 裕記 四国電力（株）土木建築部 設備保全推進グループ
- ・小野田 敏 アジア航測（株）総合研究所
- ・加藤 靖郎 川崎地質（株）九州支社 技術部 技術グループ
- ・川戸 克志 大日本コンサルタンツ（株）防災事業部 探査室
- ・桑原 啓三 建設環境研究所
- ・小坂 英輝 （株）環境地質 技術部
- ・小俣 新重郎（幹事） 日本工営（株）技術本部
- ・坂島 俊彦 パシフィックコンサルタンツ（株）国土保全技術本部  
防災部 砂防グループ
- ・阪元 恵一郎 （独）水資源機構 総合技術センター ダムグループ
- ・佐々木 靖人 （独）土木研究所 地質・地盤研究グループ 地質チーム
- ・鈴木 素之 山口大学大学院 理工学研究科
- ・高見 智之 国際航業（株）東北支社
- ・竹下 秀敏（幹事） 日本工営（株）流域防災事業部 地盤環境部
- ・田中 姿郎 （一財）電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域  
地球化学グループ
- ・永田 秀尚 （有）風水土
- ・野崎 保 野崎技術事務所
- ・久永 喜代志 （有）ジオテック
- ・平野 勇 応用地質（株）エンジニアリング本部

## 2. 委員会設立目的

地すべりの初生と評価に関する研究小委員会（第一期）では、近年問題となっている過去に滑動の履歴のない初生地すべりについて、主に既往事例を収集・整理することにより、①地すべりの初生の認識と定義、②地すべりの運動様式による分類法、③地すべりの運動様式に応じた調査・解析法、④地すべりの現状安定性の評価法に関する調査・研究を行った。

これらの研究成果は、2010年度の応用地質学会シンポジウムにおいて公表し、ある程度の成果は達成することができたと考えている。

しかしながら、「初生地すべり」について、“地すべり面が概ね全面にわたって連結した時点”をもって初生地すべりの発生とする点、「地すべりの初生」について、“初生地すべりに至るまでの現象を幅広くとらえること”で概ねの一致を得たものの、シンポジウムにおける総合討論の結果を含め、初生地すべりに対しては未だ多様な意見および解釈があることが改めて問題認識がなされた。また、委員会（第一期）においては、初生地すべりに関する定義および運動様式による分類法の一部については議論集約することができたが、「地すべりの運動様式に応じた調査・解析法」「地すべりの安定性の評価法」などの課題については、まだ集約の途上段階である。これら取り組み途上の課題に関しては、最近発生した斜面災害事例の分析も踏まえ、地すべりの前駆現象の運動様式や変形進行過程、初生地すべりの発生メカニズムについて更に研究することにより、その調査解析、評価手法を確立させることが、今後の斜面災害に対する防災上必要不可欠な事項であると考えられる。

以上を背景として、地すべりの初生と評価に関する研究小委員会を発展、拡充させる形で第二期の委員会を設立し、初生地すべりに関する課題についての研究を継続することを目的とした。「地すべりの初生と評価に関する研究小委員会(第二期)」においては、第一期の研究小委員会の成果を十分活用し、事例研究による初生地すべりの現象およびそのメカニズムを明らかにするとともに、その結果に基づき、調査・計測方法を確立し、初生地すべりの安定性の評価法について言及することを具体的目標とした。

## 3. 委員会活動目標

地すべりの初生と評価に関する研究小委員会(第二期)における活動目標として、次の二つとし、それぞれのWGを立ち上げ活動した。

WG 1：初生地すべりの調査・計測方法の検討

WG 2：初生地すべりの安定性評価手法の検討

#### 4. 委員会活動成果の公表

(1) 初生地すべりの調査・計測手法に関するシンポジウム「土砂災害の軽減に向けて—大規模斜面変動の前兆と評価—」(平成 26 年 6 月 6 日開催)

(2) 研究発表会等における発表

(3) 学会誌への掲載

学会誌第 56 巻第 4 号 (平成 27 年 10 月発行), 56 巻第 5 号平成 27 年 12 月発行): 特別号「土砂災害の軽減に向けて: 大規模斜面変動の前兆と評価—応用地質学的観点から—」論説 1 編, 論文 4 編, 解説 1 編, 提言 1 編

#### 5. 委員会活動経過

当研究小委員会(第二期)は, 平成 23 年 1 月 27 日に準備会を設立し, 平成 23 年 4 月 21 日に第 1 回委員会を開催以後, 第 16 回(平成 26 年 12 月 10 日開催)まで, 年 4~6 回のペースで委員会を開催した。

その間, 第 3 回委員会に合わせて宇奈月ダム・立山カルデラの現地巡検, 第 8 回委員会に合わせて富郷ダム・法皇山脈の現地巡検, 第 11 回に合わせて小石原川ダムの現地巡検を行った。これらの各現地巡検では, 一般会員を対象として現地講習会を開催した。

また, 平成 26 年 6 月には学会シンポジウムにおいて災害地質研究部会との共催で, 当委員会における研究成果の発表を行った(巻末資料参照)。さらに, 学会誌第 56 巻第 4 号, 5 号(平成 27 年 10 月, 12 月発行)では特別号「土砂災害の軽減に向けて: 大規模斜面変動の前兆と評価—応用地質学的観点から—」として, 各委員の投稿による論説 1 編, 論文 4 編, 解説 1 編, 提言 1 編を掲載した(巻末資料参照)。

学会の活動履歴は以下のとおりであり, 第 1 回~第 16 回委員会の内容は議事録集に示すとおりである。

- ・準備会設立 平成 23 年 1 月 27 日
- ・第 1 回委員会 平成 23 年 4 月 21 日
- ・第 2 回委員会 平成 23 年 6 月 16 日
- ・第 3 回委員会 (第 1 回現地検討会：宇奈月ダム・立山カルデラ巡検)  
平成 23 年 9 月 26, 27 日
- ・第 4 回委員会 (櫻井春輔神戸大学名誉教授講演) 平成 24 年 1 月 19 日
- ・幹事会 平成 24 年 4 月 20 日
- ・第 5 回委員会 平成 24 年 5 月 31 日
- ・第 6 回委員会 平成 24 年 7 月 12 日
- ・WG 2 平成 24 年 9 月 4 日
- ・第 7 回委員会 (第 2 回現地検討会：富郷ダム・法皇山脈巡検)  
平成 24 年 9 月 20, 21 日
- ・平成 24 年度研究発表会：セッション「初生地すべり」を開催  
平成 24 年 11 月 1 日
- ・第 8 回委員会 平成 24 年 11 月 2 日
- ・第 9 回委員会 平成 25 年 1 月 10 日
- ・第 10 回委員会 平成 25 年 4 月 19 日
- ・第 11 回委員会 (第 3 回現地検討会：小石原川ダム) 平成 25 年 5 月 31 日, 6 月 1 日
- ・第 12 回委員会 (災害地質研究部会との合同会議) 平成 25 年 6 月 20 日
- ・第 13 回委員会 平成 25 年 10 月 25 日
- ・WG 2 平成 25 年 12 月 11 日
- ・第 14 回委員会 平成 26 年 1 月 16 日
- ・幹事会 平成 26 年 4 月 28 日
- ・第 15 回委員会 平成 26 年 5 月 20 日
- ・平成 26 年度シンポジウム：「土砂災害の軽減に向けて—大規模斜面変動の前兆と評価—」  
(災害地質研究部会との共催) 平成 26 年 6 月 6 日
- ・第 16 回委員会 平成 26 年 12 月 10 日
- ・平成 27 年度研究発表会にて研究成果の一部を発表 平成 27 年 9 月 25 日
- ・学会誌特別号 第 56 巻第 4 号「土砂災害の軽減に向けて：大規模斜面変動の前兆と評価  
—応用地質学的観点から」発行 平成 27 年 10 月 10 日
- ・学会誌特別号 第 56 巻第 5 号「土砂災害の軽減に向けて：大規模斜面変動の前兆と評価  
—応用地質学的観点から」発行 平成 27 年 12 月 10 日



写真-1 第1回現地検討会（平成23年9月26日：宇奈月ダム左岸調査横坑視察）



写真-2 第1回現地検討会（平成23年9月27日：立山カルデラ巡検）



写真-3 第2回現地検討会（平成24年9月20日：富郷ダム巡検コア観察）



写真-4 第2回現地検討会（平成24年9月21日：法皇山地重力変形巡検）





写真-5 第3回現地検討会（平成25年5月31日：小石原川ダム巡検概要説明）



写真-6 第3回現地検討会（平成25年6月1日：小石原川ダム横坑観察の説明）

## 6. シンポジウム・特別号の概要

### 6.1 日本応用地質学会平成26年度シンポジウム（平成26年6月6日開催）～災害地質研究部会との共催

テーマ： 土砂災害の軽減に向けて一大規模斜面変動の前兆と評価 -

趣旨： 近年問題となっている地すべりや深層崩壊などの斜面災害が話題となっています。両委員会では、最近発生した斜面災害事例の分析も踏まえ、地すべりの前駆現象の運動様式や変形進行過程、初生地すべりの発生メカニズムについて研究することにより、その調査解析・評価手法を確立させることにより、今後の斜面災害に対する防災に役立てることも目標に活動してきました。

本シンポジウムでは、両委員会通じて議論されてきた内容に基づき、土砂災害を軽減させるべく、斜面移動の前兆現象の把握とその評価の手法についての成果を紹介することを目標としています。

プログラム：

13:00～13:10 趣旨説明

[特別講演1]

13:10～14:10 「深層崩壊の場所の予測と今後の研究展開について」

京都大学防災研究所 千木良 雅弘 教授（日本応用地質学会会長）

[特別講演2]

14:10～15:10 「豪雨による斜面大規模崩壊と対応」

東京大学大学院 東畑 郁生 教授（地盤工学会副会長）

15:10～15:30（休憩）

[話題提供]

15:30～15:50 「地すべりの初生に関する研究を斜面災害軽減に役立てるには？」

災害地質研究部会 井口 隆

15:50～16:10 「地形と変位率から読み解く初生地すべり」 小坂 英輝

16:10～16:30 「航空レーザ計測と空中電磁探査によるトップリング崩壊斜面の評価 ～高知県加奈木崩れを例として～」 河戸 克志・長谷川 修一・野々村 敦子

16:30～16:50 「岩盤重力変形の認定：フィールドおよびコア観察」

加藤 靖郎・永田 秀尚・野崎 保・平野 勇

16:50～17:10 「計測記録から見た斜面の初生変動に関する検討」 上野 将司

17:10～17:30 「ひずみ率（変位率）等による斜面安定度の推定」 小野田 敏・高山 陶子・ハスバートル

17:30～17:50 まとめ「応用地質学の視点に基づく地震と降雨による斜面崩壊危険度の指標の提案に向けて」 地すべりの初生と評価に関する研究小委員会 長谷川 修一 委員長

## 6.2 特別号「土砂災害の軽減に向けて：大規模斜面変動の前兆と評価—応用地質学的観点から—」を編集するにあたって

### (1). 特別号発行の背景

一般社団法人日本応用地質学会では、2015年10月および12月発行の学会誌『応用地質』Vol.56, No.4, No.5として、「土砂災害の軽減に向けて：大規模斜面変動の前兆と評価—応用地質学的観点から—」をテーマとした特別号を企画いたしました。本テーマは、昨年2014年6月6日の定時社員総会にあわせて開催した同題のシンポジウムで示したような、今後応用地質学の分野で取り組んでいくべき空間・時間にかかわる幅広い内容を含むものです。

近年、地震や豪雨の際に発生する大規模な地すべりや深層崩壊などによる斜面災害が、国内外で大きな話題となっています。例えば、国内では1984年の長野県西部地震での御岳伝上崩れ、2001年の北海道北陽地すべり、2004年の新潟県中越地震での一ツ峰沢をはじめとする多くの地すべり、2008年の岩手・宮城内陸地震での荒砥沢地すべり、2005年の台風14号豪雨に伴う宮崎県美郷町の耳川天然ダム災害、2011年の台風12号紀伊半島大水害の際の赤谷・長殿などの深層崩壊などがあげられます。また、海外では1999年台湾集集地震での九分二山・草嶺などの山体崩壊、2005年パキスタン北部地震での斜面崩壊、2009年の台風Morakotによる約1,700mmの豪雨を原因とした台湾小林村の深層崩壊などがあげられ、これらによる激甚な被害が発生しています。また、自然災害だけでなく、1963年イタリアのバイオントダム湛水に伴うトック山の大规模岩盤地すべりによる貯水池の埋没や洪水災害、あるいは建設工事や採掘工事等での大规模な掘削に伴う斜面変動なども発生しています。これらについての学術的研究、およびその知見の今後の防災技術への具体的な活用は、社会の安全・安心に対する重要かつ喫緊の課題であることは間違いありません。特に、これらのうち北海道北陽地すべり、中越地震での一ツ峰沢地すべりなど、近年発生している地すべりの二割弱は、過去に滑動したことのない初生地すべりといわれています。このような初生地すべりが発生する個所は、地すべり発生以前は地すべり地形が明瞭でないため抽出が困難であり、仮に斜面の斜度やゆるみなどの別の要因により潜在的に危険な斜面として抽出されたとしても、地すべりとしてはおそらく連続的なすべり面がまだ形成されておらず、その安定性を定量的に評価する方法がありません。このため、未対策の場合がほとんどであることから、地すべり滑動時に甚大な災害をもたらす可能性があります。

### (2). 地すべりの初生と評価に関する研究小委員会の活動

日本応用地質学会地すべりの初生と評価に関する研究小委員会\*では、2005年11月～2010年8月の第一期および2011年4月～2014年12月の第二期の活動において、最近発生した斜面災害事例の分析や初生地すべり箇所の地形・地質の特徴を検討して、初生地すべり箇所の抽出法、抽出された斜面の地すべり前駆現象の運動様式、変形進行過程、初生

地すべりの発生メカニズムなどを明らかにしました。また、その調査・解析法や現状の安定性評価法などを確立することにより、初生地すべりの予知および防災に役立てることを目標に研究を行ってきました。この間、年に5回程度の委員会を開催するとともに、地質構造に起因した地すべり斜面や重力変形斜面を対象として、秋田県谷地地すべり、同県成瀬ダム、新潟県一ツ峰沢地すべり、富山県立山カルデラ、同県宇奈月ダム、愛媛県法皇山脈の二重山稜<sup>1)</sup>、同県富郷ダム、福岡県小石原川ダムなどで巡検や現地検討会を開催しました。また、研究の成果については応用地質学シンポジウムで、「地すべりの初生と初生地すべりについて」<sup>2)</sup>(2010年6月4日)、「土砂災害の軽減に向けて—大規模斜面変動の前兆と評価—」<sup>3)</sup>(2014年6月16日)として発表しました。

これらの研究小委員会やシンポジウムを通じた議論では、初生地すべりの定義に関し、応用地質用語集<sup>4)</sup>の「過去に活動した履歴のない初めて活動した地すべり」、あるいは、「地すべりの初生と初生地すべりについて」のシンポジウム<sup>2)</sup>で用いた「すべり面がほぼ全面にわたって連続し、地表にも移動体の輪郭が連結し、不動域から完全に分かつ破断面に沿って、移動体全体が初めて動いた時の地すべり変動」としたとき、「初めて」の意味するもの、すなわち発生時期や連続するすべり面の確認、移動体の物性などの特定が困難であると認識されました。このため、本特集では、初生地すべりの定義を、「滑落崖などの地すべり地形を明瞭に残す斜面や過去における地すべり変動の履歴を残す斜面を除いて、…」と限定しています。また、初生地すべり研究の目的は、初生地すべりに至るまでの前駆現象の運動様式と変形進行の過程、発生メカニズムを明らかにすることにより予知及び防災に役立てることにあるとし、現象論を重要視した議論を進めてきました。

### (3). 特別号の構成

本特別号では、これまでの斜面災害事例の分析も踏まえて、応用地質学的観点から、地すべりの前駆現象の地形・地質に応じた運動様式や変形進行過程、初生地すべりや深層崩壊の発生メカニズム、その調査解析・評価手法などのテーマに関わる研究成果を広く紹介することによって、今後の斜面災害に対する防災技術のさらなる向上に役立てることを目標としています。

特別号の構成は以下のとおりです。

Vol.56, No.4では、研究小委員会委員から、1)初生地すべりの事例として、地震時に発生した流れ盤斜面の初生地すべりの前駆現象と運動機構を岩質や地質構造の視点から検討した「2008岩手・宮城内陸地震による祭時大橋右岸の初生岩盤地すべりと前駆現象」(野崎保・永田秀尚・竹下秀敏)、2)現地調査法として、現地での露頭や高品質ボーリングコアにおける重力変形の特徴、変形の程度や留意点を整理した「岩盤重力変形の認定：フィールドおよびコア観察」(加藤靖郎・永田秀尚・野崎保・平野勇)、3)特集号全般を通じた用語の解説となる「地すべりに関連する用語・用語法について」(永田秀尚)を掲載しています。

Vol.56, No.5 では、招待論文として、千木良雅弘京都大学防災研究所教授の「深層崩壊の場所の予測と今後の研究展開」を掲載します。深層崩壊発生時の特徴として移動体が高速、長距離移動して、しばしば天然ダムを形成することから、その発生場所の予測が重要であること、そして、そのためには、長期間にわたる重力変形の進行に伴う頭部小崖の形成・拡大、線状凹地、下部斜面での座屈褶曲などの存在、また、不安定化の要因としての末端浸食などに着目することがよいこと、また、これらの変形を伴わない場合でも、特に化学的風化が進行しやすい火砕物、海成泥岩、炭酸塩岩などの地質分布地域においては、地震が起因となって深層崩壊を発生しやすいことが述べられています。さらに今後の研究展開として、ゆるみから地すべりに至る広域の地形発達史を背景とした深層崩壊の場所の抽出、変形のタイプの推定、抽出後の危険度評価、高速運動に至る機構の解明などが期待されると述べられています。

また、研究小委員会委員から、1)調査法として、初生地すべりの前駆現象となる微地形を航空レーザ測量を用いて抽出し、地形と地質構造から移動体内部の変形タイプの分類を行った「山体重力変形の地形要素の分析と変形斜面構造の類型化」(高見智之)、2)地形の評価法として、重力変形が初生地すべりに至る際の地形変化や岩質による限界ひずみ量の違いに着目し、地質と地質構造に応じた初生地すべり斜面の認定を行った「バランス断面法による岩盤初生地すべり地形とその変位率」(小坂英輝)、3)事例として、広域の地形発達史の視点で河川浸食と初生地すべり発生場との関係や初生地すべり移動体内部の変形状況を検討した「遷急線分布による岩盤斜面の初生地すべり発生場の推定と変動に先立つ現象」(小俣新重郎)を掲載しています。

本テーマに関連したこれらの研究は、学術的にも応用地質学が得意とするものであり、応用地質学しか取り組めない領域を含むものであります。今後、さらなる降雨の激甚化や大規模地震が想定される現在、本特集を契機に、応用地質学がこれまでどのような取り組みを行ってきたか検証し、今後どのような貢献を行っていくのか議論するうえでのベースになることを期待します。

#### (4). 今後の課題

研究小委員会では、当初、以下の研究成果を目標として活動を開始しました。

- 1) 初生地すべりの発生に関する、地形、地質、レーザ測量図、空中電磁探査などの調査法、ゆるみから地すべりへの地形発達史、岩質(硬岩・軟岩)による限界ひずみ量の違い、強度特性・変形特性(特に時間に依存した変形特性)などの検討
- 2) 地すべりの運動様式による分類法として、花崗岩などの均質岩、付加体などの不均質岩、異方性の強い岩など岩質、構造に応じたゆるみ・クリープのタイプ、タイプに応じた解析モデル、力学的にクリープから地すべりに移行するメカニズム
- 3) 地すべりの運動様式に応じた調査・解析法として、孔内傾斜計やGPS測量による変位観測、高品質ボーリング、地下水、弾性波速度等の調査、数値解析の適用性などの検討

4) 地すべりの現状安定性の評価法として、運動様式、時間軸を考慮した安定性の評価、計測結果の評価、地すべり安定解析法、すべり面強度決定法、斜面全体の平均的な安全率などの検討

これらの目標のうち、1), 2), 3)については概ね成果を得て、シンポジウムや本特別号でその一部を発表することができましたが、4)の安定性の評価法については、評価に供する初生地すべりの発生事例が少ないこともあって、既往の文献<sup>6),7)</sup>などのレビューに留まり、変位計測結果を安定性の評価に結び付け、さらに数値解析で環境変化に伴う変形の進行を推定するといった成果には至っていません。今後、さらに初生地すべり事例の収集を続け、これに基づく解析・評価などの進展を図ることが課題として残っています。

最後に、本特別号発行にあたり、これまで約10年に及ぶ研究活動に参加された委員各位に感謝するとともに、各地の現地検討会やシンポジウムに参加された皆様から戴いた有意義な議論に深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 加藤弘徳・千木良雅弘(2009): 中央構造線の地表形態を変化させた四国法皇山脈の重力変形, 応用地質, Vol.50, No.3, pp.140-150.
- 2) 日本応用地質学会(2010): 平成22年度特別講演及びシンポジウム予稿集「地すべりの初生と初生地すべりについて」, 49p.
- 3) 日本応用地質学会(2014): 平成26年度特別講演及びシンポジウム予稿集「土砂災害の軽減に向けて—大規模斜面変動の前兆と評価—」, 63p.
- 4) 日本応用地質学会(2004): 応用地質用語集 Ver.1.0, CD 出版.
- 5) 野崎 保(2011): 地すべり因子と地すべり発生プロセス—地すべりの初生と評価に関する研究小委員会における議論から—, 応用地質, Vol.52, No.5, pp.168-185.
- 6) Teuku Faisai FATHANI and Hiroyuki NAKAMURA(2005): A new method for estimating the shear strength parameters at the critical slip surface, Journal of the Japan Landslide Society, Vol.42, No.2, pp.159-168.
- 7) S. Sakurai, A. Farazmand and K. Adachi(2009): Assessment of the stability of slopes from surface displacements measured by GPS in an open pit mine, Proc. 3rd International Seminar ECOMINING, Milos Island, Greece, Sep.4-5, 2009.

\* 地すべりの初生と評価に関する研究小委員会委員：(○：委員長，△：幹事)

【第一期】○中村浩之，菅野孝美，木下博久，桑原啓三，小坂英輝，△小俣新重郎，阪元恵一郎，佐々木靖人，進士正人，△竹下秀敏，田近 淳，田中姿郎，千木良雅弘，永田秀尚，野崎 保，長谷川修一，久永喜代志，平野 勇，△藤原民章，八木浩司，

横山俊治，吉野尚人。

【第二期】○長谷川修一，阿部大志，上野将司，大野裕記，小野田 敏，加藤靖郎，  
河戸克志，桑原啓三，小坂英輝，△小俣新重郎，坂島俊彦，阪元恵一郎，佐々木靖人，  
鈴木素之，高見智之，△竹下秀敏，田中姿郎，永田秀尚，野崎 保，久永喜代志，平野 勇