



A Programme of
the ICL for ISDR



国際フォーラム「都市化と土砂災害」

2014年8月広島土砂災害と国連防災枠組みへの日本の貢献

平成26年10月8日(水) 13:00-17:30

京都大学北部総合教育研究棟・益川ホール



主催：特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構 (ICL)

共催：国連教育科学文化機関 (UNESCO)

国連国際防災戦略事務局 (UNISDR)

内閣府、国土交通省、京都大学

(公社) 日本地すべり学会



ICL supports the Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction

国際フォーラム「都市化と土砂災害」

2014年8月広島土砂災害と国連防災枠組みへの日本の貢献

平成26年10月8日(水) 13:00-17:30

京都大学北部総合教育研究棟・益川ホール

編集 佐々恭二・福岡 浩・Khang Dang

主催：特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構(ICL)

共催：国連教育科学文化機関(UNESCO)
国連国際防災戦略事務局(UNISDR)
内閣府、国土交通省、京都大学
(公社)日本地すべり学会



ICL supports the Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction

International Forum

“Urbanization and Landslide Disaster”

Hiroshima Landslide Disaster in August, 2014 and
Japan’s Contribution to Post-2015 Framework for Disaster Risk
Reduction

8 October 2014 13:00-17:30

Masukawa Hall in the North Comprehensive Education and Research Building,
North Campus of Kyoto University

Kyoji Sassa · Hiroshi Fukuoka · Khang Dang *Editors*

Organizer:

International Consortium on Landslides (ICL)

Co-organizers:

- The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
- The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR)
- The Cabinet Office and the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) of the Government of Japan
- Kyoto University, and the Japan Landslide Society

国際フォーラム開催趣旨

第3回国連防災世界会議 (3rd WCDRR) が、2015年3月14-18日に仙台市において開催され、2015年以降の世界的防災推進のための国連防災枠組みが決定される。日本は、斜面災害危険度軽減分野において世界に貢献できる科学技術を有しており、国際斜面災害研究機構 (International Consortium on Landslides : ICL) は、国連国際防災戦略 (UNISDR) において斜面災害分野の課題別プラットフォームを担っている。

独立行政法人科学技術振興機構の科学技術外交の展開に資する国際政策対話の促進事業の支援を得て、Post-2015年国連防災枠組みの一環として斜面災害危険度軽減研究の世界的なパートナーシップを推進するための「地震・豪雨地帯の斜面災害危険度軽減に資する科学技術推進のための国際会議」(2015年3月11-15日)を開催する。本国際会議において、国際斜面災害研究機構は、ICLの国際的支援機関である (UNESCO, UNISDR, WMO, FAO, UNU, ICSU, WFEO, IUG)、日本政府 (内閣府、国土交通省)、京都大学、日本地すべり学会とともに国際斜面災害研究機構およびそのプログラムである国際斜面災害研究計画 (International Programme on Landslides: IPL) の地球規模でのパートナーシップを推進するための枠組みの採択を目指している。

本国際フォーラムは、その準備会合の一部として、国際斜面災害研究機構、ユネスコ、国際防災戦略事務局、内閣府、国土交通省、京都大学、日本地すべり学会が、2014年8月の広島災害を対象として「2014年8月広島土砂災害と Post-2015 国連防災枠組みへの日本の貢献」をテーマに国内外の斜面災害関連の研究者、技術者、行政担当者と共に研究発表と討論を行うものである。

OBJECTIVES OF INTERNATIONAL FORUM

The Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction will be held in Sendai, Japan on 14-18 March 2015 and decide the Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction. The International Consortium on Landslides (ICL) is the thematic platform on landslides within the United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction.

ICL has obtained a fund for “International Conference for the Promotion of Science and Technology to Contributing to Landslide Disaster Risk Reduction in the Earthquake and Heavy Precipitation Areas” on 11-15 March 2015. During this conference, ICL, ICL supporting organizations (UNESCO, UNISDR, WMO, FAO, UNU, ICSU, WFEO, IUGS), Government of Japan (CAO, MLIT), Kyoto University and the Japan Landslide Society aims to adopt a framework to promote ICL-IPL partnership in the global scale.

As a part of the planning committee meeting of the conference, ICL together with the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), the United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), the Cabinet Office and Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MLIT) of the Government of Japan, Kyoto University and the Japan Landslide Society will organize an International Forum “Urbanization and Landslide Disaster” to discuss possible Japanese contribution to post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction focusing on case of the 2014.8 Hiroshima landslide disaster.

A handwritten signature in black ink that reads "Kyoji Sassa". The signature is written in a cursive, flowing style.

Kyoji Sassa

Chairperson, Executive Committee of “International Conference for the Promotion of Science and Technology to Contributing to Landslide Disaster Risk Reduction in the Earthquake and Heavy Precipitation Areas”

プログラム

国際フォーラム「都市化と土砂災害」

2014年8月広島土砂災害と国連防災枠組みへの日本の貢献

13:00-13:40 第3回国連防災世界会議と土砂災害研究

13:00-13:05 稲葉カヨ（京都大学理事・副学長（男女共同参画・国際・広報））開会挨拶

13:05-13:10 丸山秀明（文部科学省研究開発局地震・防災研究課防災科学技術推進室）

日本の防災科学技術の今後の展開について

13:10-13:25 齊藤 馨（内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（普及啓発・連携担当））

第3回国連防災世界会議と post-2015 国連防災枠組み

13:25-13:40 佐々恭二（地震・豪雨地帯の斜面災害危険度軽減に資する科学技術推進のための国際会議実行委員会・委員長）：日本の土砂災害（Landslides）研究に基づく post-2015 国連防災枠組みへの貢献

13:40-15:30 2014年8月広島土砂災害の調査と解析

13:40-13:55 酒谷幸彦（国土交通省砂防部保全課砂防施設評価分析官）：広島土砂災害への対応

13:55-14:10 福岡 浩（新潟大学災害復興科学研究所・教授）：広島土砂災害の現地調査報告

14:10-14:25 高橋桂子（海洋研究開発機構地球情報基盤センター長）：72時間前雨量予測と広島土砂災害

14:25-14:40 落合博貴（森林総合研究所・企画部長）：降雨からの地下水圧の推定と広島土砂災害

14:40-15:00 佐々恭二（国際斜面災害研究機構・理事長）：高速長距離土砂流動現象の発生メカニズムと地すべり発生運動統合シミュレーション（LS-RAPID）を用いた広島土砂災害の再現

15:00-15:40 広島災害の講演に対するフロアーからの質問・討論

16:00-17:30 パネル討論「post-2015 国連防災枠組への日本の貢献」

司会：Salvano Briceno（国連防災戦略事務局・前事務局長）

寶 馨（京都大学防災研究所教授、ICL 副会長）

パネリスト

日本政府（齊藤馨・酒谷幸彦）ほか発表者

国連教育科学文化機関

- Qunli Han（生態学および防災・地球科学部長）
- Giuseppe Arduino（水科学部国際水文計画プログラムスペシャリスト）

国連防災戦略事務局

- Feng Min Kan（アジア太平洋事務所長）
- 西川 智（Post-国連防災枠組み策定に関するアドバイザー）

京都大学

- 多々納裕一（防災研究所・教授）

国際斜面災害研究機構 (ICL)

- Badaoui Rouhban（国連教育科学文化機関・前防災部長）
- Yueping Yin（中国国土資源部地質災害防止委員会・委員長）
- Claudio Margottini（イタリア地質調査所・上席研究員）
- Irasema Alcantara-Ayala（メキシコ自治大学・教授）
- Dwikorita Karnawati（インドネシア・ガジヤマダ大学副学長）
- Matjaz Mikos（スロベニア・リュブリアナ工科大学・教授）
- Zeljko Arbanas（クロアチア、リエカ大学・教授）

- 14:10-14:25 Keiko Takahashi, Center for Earth Information Science and Technology, JAMSTEC
 “72 hour Precipitation Forecast and Hiroshima Landslide Disaster”
- 14:25-14:40 Hirotaka Ochiai, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)
 “Estimation of Groundwater Pressure Caused by Rainfall and Hiroshima Landslide Disaster”
- 14:40-15:00 Kyoji Sassa, Executive Director of the International Consortium on Landslides
 Initiation Mechanism of Rapid and Long Runout Landslide and Simulation of Hiroshima Landslide Disasters using the Integrated Simulation Model (LS-RAPID)

15:00-15:40 Questions and Discussions from Floor

16:00-17:30 Panel Discussion “Japan’s Contribution to Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction”

Chairpersons Salvano Briceno, Former Chief of UNISDR
 Kaoru Takara, Professor, Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University, ICL Vice President.

Panelist:

Japanese Government

- Cabinet Office (Saito) and MLIT (Sakatani) and all speakers

UNESCO

- Qunli Han, Director, Division of Ecological and Earth Sciences Secretary
- Giuseppe Arduino, Programme Specialist, Division of *Water Sciences* - International Hydrological Programme (IHP)

UNISDR

- Feng Min Kan, Head of Regional Office for Asia and the Pacific Kyoto University
- Satoru Nishikawa, Advisor of Development for Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction

Kyoto University

- Hirokazu Tatano, Professor, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

International Consortium on Landslides

- Badaoui Rouhban, Former Director for Disaster Reduction of UNESCO
- Yueping Ying, Chair of Committee of the Geohazards Prevention Office of China.
- Claudio Margottini, Senior Researcher of Geological Survey of Italy
- Irasema Alcantara-Ayala, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM)
- Dwikorita Karnawati, *Vice* President of Gadjah Mada University, Indonesia
- Matjaz Mikos, Professor of University of Ljubljana, Slovenia
- Zeljko Arbanas, Professor of University of Rijeka, Croatia

目次

1. 第3回国連防災世界会議と土砂災害研究	
開会挨拶	17
稲葉カヨ（京都大学理事・副学長(男女共同参画・国際・広報)）	
第3回国連防災世界会議と post-2015 国連防災枠組み	21
齊藤 馨（内閣府政策統括官（防災担当）付参事官（普及啓発・連携担当）	
日本の土砂災害（Landslides）研究に基づく post-2015 国連防災枠組みへの 貢献	31
佐々恭二（地震・豪雨地帯の斜面災害危険度軽減に資する科学技術推進のため の国際会議実行委員会・委員長）	
2. 2014年8月広島土砂災害の調査と解析	
広島土砂災害への対応	43
酒谷幸彦（国土交通省砂防部保全課砂防施設評価分析官）	
広島土砂災害の現地調査報告	49
福岡 浩（新潟大学災害復興科学研究所・教授）	
72時間前雨量予測と広島土砂災害	69
高橋桂子（海洋研究開発機構 地球情報基盤センター長）	
降雨からの地下水圧の推定と広島土砂災害	79
浅野志穂、落合博貴（森林総合研究所・企画部長）	
高速長距離土砂流動現象の発生メカニズムと地すべり発生運動統合 シミュレーション(LS-RAPID)を用いた広島土砂災害の再現	85
佐々恭二（国際斜面災害研究機構・理事長）	
3. 資料：国際斜面災害研究機構の概要、組織、会員、事務局	113

Contents

I. The Third United Nations World Conference on Disaster Risk Reduction and Landslide Research	
Greeting from Kyoto University	17
Kayo Inaba (Executive Vice-President of Kyoto University (Gender Equality, International Affairs and Public Relations)	
The Third United Nations World Conference on Disaster Risk Reduction and Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction	21
Kaoru Saito (Director, Disaster Preparedness, Public Relations and International Cooperation Division, Disaster Management Bureau, Cabinet Office)	
Contribution to Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction Based on Japanese Landslide Research	31
Kyoji Sassa (Chairperson, Executive Committee of “ International Conference for the Promotion of Science and Technology to Contributing to Landslide Disaster Risk Reduction in the Earthquake and Heavy Precipitation Areas”)	
II. Investigation and Analysis of the 2014.8 Hiroshima Landslide Disaster	
Government Response to Hiroshima Landslide Disaster	43
Yukihiko Sakatani (Director for Sabo facilities Evaluation Analysis, Ministry of Land Infrastructure and Transport)	
Field Survey Report for Hiroshima Landslide Disaster	49
Hiroshi Fukuoka (Professor, Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University)	
72 hour Precipitation Forecast and Hiroshima Landslide Disaster	69
Keiko Takahashi (Director, Center for Earth Information Science and Technology, Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology)	
Estimation of Groundwater Pressure Caused by Rainfall and Hiroshima Landslide Disaster	79
Asano Shiho, Hirotaka Ochiai (Director for Planning Department, Forestry and Forest Products Research Institute)	
Initiation Mechanism of Rapid and Long Runout Landslides and Simulation of Hiroshima Landslide Disaster using the Integrated Simulation Model (LS-RAPID)	85
Kyoji Sassa (Executive Director of the International Consortium on Landslides)	
III. International Consortium on Landslides (ICL): Outline, Structure, Members and Secretariat	113

国際フォーラム「都市化と土砂災害」の開会挨拶

稲葉カヨ 京都大学副学長（男女共同参画・国際・広報）

御来賓の皆様、研究者および参加者の皆様、

本日、ここ京都大学において開催されます「都市化と土砂災害」に関する国際フォーラムに際して、本学を代表しご祝辞を申し上げます。このフォーラムでは先月8月に広島市で発生した土砂災害の影響と来年3月に仙台で開催される国連世界減災会議で発表されるポスト2015 枠組みへの日本の貢献案について議論されると伺っています。このような重要なフォーラムを共催し、かつ本学構内で開催されることは本学にとっても大きな喜びであります。また、秋は京都の最も快適な季節でもあり、皆様を歓迎致します。

私はまた、このフォーラム実現に取り組んでこられました本学名誉教授であり、国際斜面災害研究機構理事長の佐々恭二先生ならびにスタッフの皆様にもお礼を申し上げる次第です。

京都大学は1897年に設立され117年の歴史を有します。日本で2番目に設立された国立大学であり、主として科学研究の推進を目的としております。本学の歴史の中で、常に教職員と学生による自由な発想と学問の自由の学風を維持することを旨としてきました。京都大学の研究者の学術的成果は既に世界的に認められております。例えば、8つのノーベル賞が本学の研究者に授与されています。このホールも素粒子理論分野でノーベル物理学賞を受賞した2人の教授を記念してできたものです。

調和と安定したグローバル社会の追求に貢献する現代の高等教育機関として、国際協力・国際交流は本学事業の重要な構成要素です。

ご存知の方も多いでしょうが、2002年に地すべりと文化遺産に関する国際シンポジウムを京都において本学とユネスコが共催した際に、国際斜面災害研究機構 ICL が設立され、初代会長として佐々教授が選出されました。その設立に至った背景には、本学防災研究所とユネスコとの間の合意覚え書き「21世紀の最初の四半世紀における環境保護と持続できる開発の鍵としての地すべり危険度軽減と文化・自然遺産保護のための研究協力」を1999年に交わしたことを忘れることはできません。この合意覚書に基づく活動が ICL 設立の基盤となりました。その意味で京都市と京都大学は ICL の発祥地といえます。

本学と ICL および国連ユネスコとの正式なパートナーシップは、その後、急速に発展しまし

た。本学はユネスコの UNITWIN/ユネスコ講座計画の枠組みの中で「ユネスコ—京都大学—国際斜面災害研究機構による社会と環境に資するための斜面災害危険度軽減共同計画」合意書に 2003 年に調印しました。この合意に基づき、京都大学総長経費と ICL 経費を用いて 2004 年に宇治構内に 3 部屋からなる UNITWIN 本部棟を設置いたしました。ICL の研究者、本学教員だけでなく学生諸氏にも利用していただいています。さらに現在、本部構内の総合研究 1 号館において新型リングせん断試験機の開発と地すべりのメカニズムに関する ICL と本学との共同研究を推進中であり、その他、極端降雨と強震動条件下での地すべりの発生と運動の数値シミュレーションを行える実用的なソフトウェア開発も、現在社会的に注目されている共同研究のテーマのひとつです。地すべり技術分野における我々の共同研究成果が地球規模での斜面災害危険度軽減に大きく貢献していることは大変喜ばしいことと存じます。

ご列席の皆様、本学と ICL、国連ユネスコとの共同研究活動の成果は今や世界的に認められているところであります。本日のこのフォーラムが、ご列席の皆様方にとって情報や知識を交換する以上に、より意義深い交流の場となることを願っております。最後に、国内外からいらっしゃった御来賓や研究者の皆様方に再度感謝申し上げるとともに、本日のこのフォーラムが実り多いセッションと議論の場となることを祈念しまして私の祝辞とさせていただきます。

ご清聴ありがとうございました。

Greeting for International Forum “Urbanization and Landslide Disaster”

Distinguished guests, dear colleagues, ladies and gentlemen,

Good afternoon. On behalf of Kyoto University, I would like to extend my warm greetings to this International Forum “Urbanization and Landslide Disaster” especially devoted to the study on the impact of the recent Hiroshima Landslide Disaster which occurred last August and to possible Japan's contribution to the Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction. It is our great pleasure to co-sponsor this important forum and to host it in our university campus. Also I would express my sincere welcome to you all for coming to Kyoto in its most comfortable season.

I would also like to take this opportunity to extend my most sincere appreciation to Professor Emeritus Kyoji Sassa, the Executive Director of the International Consortium on Landslides (ICL) and his staff members, who have worked so diligently to make this forum possible.

Kyoto University was established in 1897, and it has a history of 117 years. It is second-oldest national university in Japan and was founded mainly for the promotion of science. Throughout our history, we have sought to provide our scholars and students with free thinking and academic liberation. The achievements of Kyoto University's researchers have been acknowledged worldwide. For example, eight Nobel Prizes have been conferred on Kyoto University researchers. This hall is dedicated to two past professors who won the Nobel Prize in Physics in the field of elementary particle theory.

As a modern higher education institution dedicated to the pursuit of a harmonious and stable global society, international cooperation and exchange are vital components of Kyoto University's operations.

As you may know, the ICL was originally founded in Kyoto in 2002, when Kyoto University and UNESCO jointly organized an international symposium on Landslides and Cultural Heritages in Kyoto. In that symposium, a round table discussion was organized which launched the ICL and elected Professor Sassa as the first president. We should recall that the Disaster Prevention Research Institute (DPRI) of our university had exchanged a Memorandum of Understanding (MoU) with UNESCO in 1999 on "Landslide risk mitigation and promotion of the cultural and natural heritage as a key contribution to environmental protection and sustainable development in the first

quarter of the twenty-first century." The activities based on this MoU made the good basis of ICL. You may therefore appreciate that Kyoto city and Kyoto University is the cradle of ICL.

Our formal partnership with ICL and UNESCO developed rapidly thereafter. In 2003, we exchanged the agreement concerning the establishment of a UNITWIN Cooperation Programme on Landslide Risk Mitigation for Society and the Environment Cooperation in the framework of the UNITWIN/UNESCO Chairs Programme. Upon this agreement, the President of Kyoto University and ICL had jointly constructed the UNITWIN Headquarters Building with three rooms in Uji campus in 2004. It has been used for the promotion of international joint research on landslide science and academic exchange among ICL colleagues and Kyoto University researchers, as well as students. Now ICL researchers are conducting joint research with us in a facilitated laboratory of the Integrated Research Building No.1, located in our main campus on developing new ring-shear apparatus. Another our joint study on the development of new practical software for numerical simulation of landslide initiation and motion under extreme rainfall and seismic conditions attracts great societal attention now. We are pleased to see our joint achievement in landslide technology greatly contributing to landslide risk reduction on a global scale.

Ladies and Gentlemen,

The achievements of the joint academic activities by Kyoto University - ICL - UNESCO have been acknowledged globally. It is my sincere hope that today's forum will be more than an opportunity for you to exchange information and knowledge. In closing, I would like to express once again my gratitude and to convey my very best wishes to the distinguished guests and scholars from Japan and abroad for productive sessions and dialogues to come.

Thank you very much for your kind attention.



Kayo Inaba, Ph.D
Executive Vice-President for Gender
Equality, International Affairs and
Public Relations, Kyoto University

The 3rd UN World Conference on Disaster Risk Reduction and Post-2015 Framework for Disaster Risk Reduction

Cabinet Office, Government of Japan
October 2014



Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction

- * Session: March 14-18, 2015
- * Venue: Sendai City
- * Number of participants (expectations):
 5,000 or more at the main conference
 Total of 40,000 or more including related business operators



[Purpose of Conference]

- Development of a new international approach guideline for disaster reduction
- Transmission of Japanese knowledge that takes advantage of the opportunity for holding of the World Conference
- Transmission of recovery from the Great East Japan Earthquake and promotion of the affected areas



Programme (Provisional Draft)



The Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction¹
 March 14-18, 2015, Sendai², Japan (Provisional draft)

UN World Conference on
 Disaster Risk Reduction
 2015 Sendai Japan

	Friday Mar. 13		Saturday Mar. 14		Sunday Mar. 15		Monday Mar. 16		Tuesday Mar. 17		Wednesday Mar. 18		
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
Inter-Governmental Segment	Intergovernmental Preparatory Committee (44-14/010.01) ³		Opening	Plenary (Government leaders)	High Level Dialogue ⁴	Plenary Official Statements						Adoption of a Post-2015 Framework for DRR, Disaster Resilience and Governance ⁵	Closing
						Ministerial Roundtables							
Multi-stakeholder Segment	Informal Preparatory & Stakeholder Meetings					Working Sessions							
					Reception by Host Country		Reception by Host City		Risk Award Ceremony		Soukome Award Ceremony		
Public Forum			Study Tours										Excursions
	Symposium, Fair, Side Events, TV Documentary Festival, Exhibitions, Children and Youth Forum <small>(Shriboke Sendai: Tohoku University, Sendai City Auditorium, Sendai Prefectural Auditorium, Sendai Metropolitan, Tohoku Museum)</small>												

Map of the Venues

The map shows the following venues and their locations in Sendai:

- New Exhibition Facility**: Located in the northern part of the city.
- SENDAI International Center**: Located in the central-western part of the city.
- Sendai Civic Auditorium**: Located in the central part of the city.
- Sendai City Museum**: Located in the central part of the city.
- L-Park SENDAI**: Located in the northern part of the city.
- Kotodai-koen Park**: Located in the northern part of the city.
- Sendai City Information & Industry Place**: Located in the eastern part of the city.
- Support Center for the Civic Activity**: Located in the central part of the city.

Below the map, there are three main categories of venues:

- Public Forum**: Tohoku University Hagi Hall (Image of a stage performance).
- SENDAI Mediatheque**: (Image of a modern building).
- Tokyo Electoron Hall Miyagi**: (Image of a large indoor arena).

Welcome to Tohoku Region! Lands of rich culture and nature

Enjoy rich culture and magnificent nature of Tohoku Region!!

ようこそ 仙台・東北へ

We are now accelerating reconstruction of the affected areas through promotion of business and tourism!!

The Tohoku region includes the following prefectures:

- 青森県 (AOMORI)**: 青森 (Aomori)
- 秋田県 (AKITA)**: 秋田 (Akita)
- 山形県 (YAMAGATA)**: 山形 (Yamagata)
- 岩手県 (IWATE)**: 岩手 (Iwate)
- 宮城県 (MIYAGI)**: 宮城 (Miyagi)
- 福島県 (FUKUSHIMA)**: 福島 (Fukushima)

History of World Conference on DRR

1990 International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)

1994 First WCDRR (in Yokohama, Japan)
→ Yokohama Strategy

1995 Hanshin-Awaji Earthquake (in Kobe, Hyogo)

2005 Second WCDRR (in Kobe, Hyogo, Japan)
→ Hyogo Framework for Action (HFA) 2005-2015

2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami (in Tohoku and other region)

2015 Third WCDRR (in Sendai, Japan)
→ a Post-2015 Framework for DRR

Sendai, March 2015

- Four years later from the 3.11 Great East Japan Earthquake and Tsunami
- Sendai, a core city of the affected areas, in collaboration with other local governments in Tohoku region



A significant opportunity to:

- * appeal the build-back-better reconstruction of the affected areas
- * share Japan's experience and knowledge on DRR with international community

Towards a post-2015 Framework for DRR

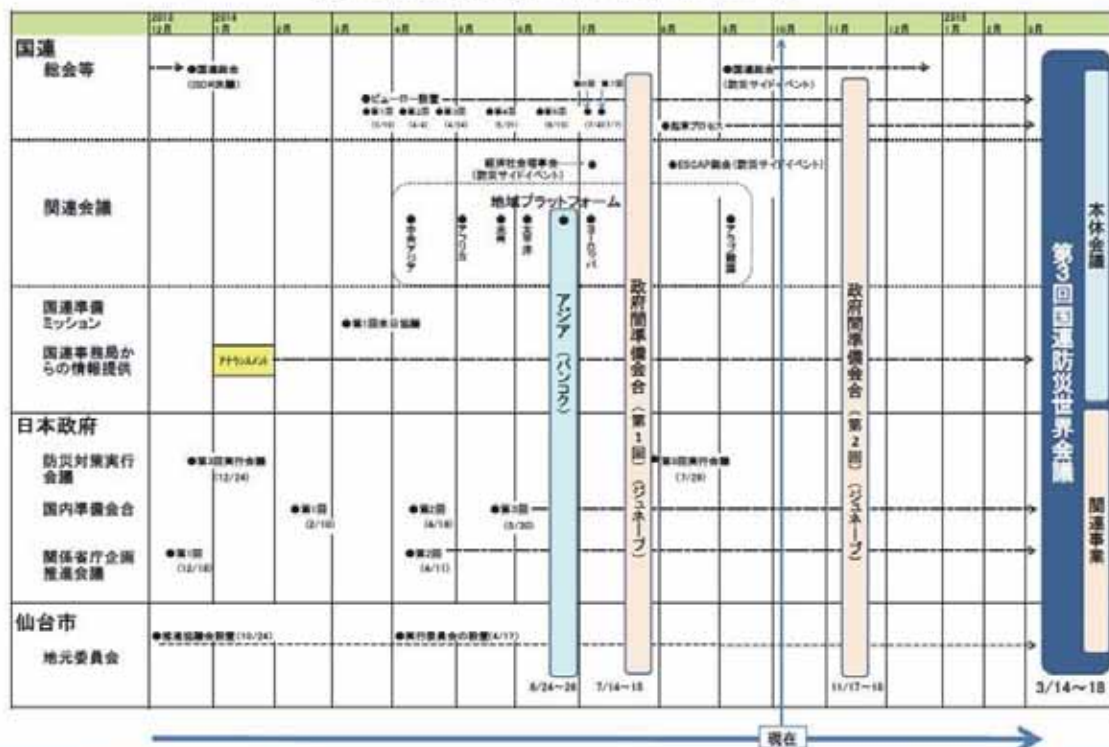
Challenges and Opportunities

- Increasing Disaster Risk - Urbanization, Climate Change, etc.
- Trans-boundary Disaster Risk - Globalization
- Make DRR a national priority - still on the way
- Local and Stakeholders' Initiatives
- Use of Advanced Technologies

Monitoring and Linkage

- Post-MDGs, UN Framework Convention on Climate Change in 2015

第3回国連防災世界会議 準備スケジュール



8 August 2014

Open-ended informal consultative meetings¹

<i>Timing and venue</i>	<i>Topic</i>
Friday, 5 September 09.30-13.00 PN Room XII	<ul style="list-style-type: none"> • Structure and general views • Section A: Preamble • Section B: Purpose, Scope, Outcome and Goals
15.00-18.00 PN Room XII	<ul style="list-style-type: none"> • Structure and general views • Section A: Preamble • Section B: Purpose, Scope, Outcome and Goals
Tuesday, 9 September 15.00-18.00 PN Room XVI	<ul style="list-style-type: none"> • Structure and general views • Section A: Preamble • Section B: Purpose, Scope, Outcome and Goals
Thursday, 18 September 15.00-18.00 PN Room XIX	<ul style="list-style-type: none"> • Section C: Guiding principles
Thursday, 2 October 15.00-18.00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section E: International partnership in the implementation and follow-up process • Section F: Transition phase

Thursday, 9 October 15.00-18.00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D: Priorities for action, national and local context
Friday, 10 October 09.30-13.00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D: Priorities for action, national and local context (cont'd)
15.00-18.00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D: Priorities for action, global and regional context
Monday, 13 October 09.30-13.00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D: Priorities for action, global and regional context (cont'd)
15.00-18.00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D: Role of stakeholders • Other issues

¹ Subject to revision. United Nations system entities to take part in the sessions as observers.

Co-Chairs' consultations with major groups

Timing	Topic
Tuesday, 9 September 09:30-13:00 PN Room XVI	<ul style="list-style-type: none"> • Structure and general views • Section A : Preamble • Section B : Purpose, Scope, Outcome and Goals • Section C : Guiding principles
Thursday, 18 September 09:30-13:00 PN Room XIX	<ul style="list-style-type: none"> • Section D : Priorities for action
Thursday, 2 October 09:30-13:00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D : Priorities for action (cont.)
Thursday, 9 October 09:30-13:00 PN Room TBC	<ul style="list-style-type: none"> • Section D : Priorities for action (cont.) • Section E: International partnership in the implementation and follow-up process • Section F: Transition phase • Other issues

CHART of the pre-zero draft of the post-2015 framework for disaster risk reduction



Priorities for Action

Understanding Disaster Risk	Strengthening Governance to Manage Disaster Risk	Preparedness for Response, Recovery and Reconstruction	Investing in Social, Economic and Environmental Resilience
<p>Local and National</p> <p>National and local policies and practices for disaster risk management should be based on a clear understanding of risk in all its dimensions of vulnerability and exposure of persons and assets and hazards characteristics, particularly at the local level. Actions should include: (11 points – see pre-zero draft)</p>	<p>Local and National</p> <p>Governance and its structuring is of paramount importance and conditions the effective and efficient management of disaster risk. Within countries' capacities, the strengthening of governance for disaster risk management may prioritize: (9 points – see pre-zero draft)</p>	<p>Local and National</p> <p>There is a call to further strengthen early warning and preparedness systems, motivated by the increase in disaster events as well as evidence that such systems contribute to saving lives and increasing efficiency of preparedness and response. With the increase in magnitude of disaster impacts, not least in highly urbanized settings, and of disasters affecting large numbers of people and high-value national and local infrastructures and economic assets, the cost and complexity of reconstruction is rising. Actions should include: (8 points – see pre-zero draft)</p>	<p>Local and National</p> <p>Social, economic and environmental investments are essential to strengthen the resilience of persons, communities, countries and their assets. A continued focus on key development areas, such as health, education, food security, water, ecosystem management, housing, cultural heritage, public awareness, innovative financial and risk transfer mechanisms, especially for local governments, households, and the poor and vulnerable is required. In particular, the following may be prioritized: (13 points – see pre-zero draft)</p>
<p>Regional and Global</p> <p>The understanding of disaster risk drivers and trends, and the evolution of future risk scenarios, requires an all-States and all-stakeholder effort on a number of areas for action, such as information collection, analysis and dissemination, advancement of research and development of understanding-risk services, as well as continuous monitoring and exchange of practices and learning. In that connection: (4 points – see pre-zero draft)</p>	<p>Regional and Global</p> <p>The inclusive and participatory international cooperation frameworks for disaster risk management developed over the past ten years at regional and global levels have demonstrated that effectiveness in mobilizing stakeholders and contributing to a more coherent approach by international organizations in supporting countries to manage disaster risk may need to be further strengthened. In that regard: (5 points – see pre-zero draft)</p>	<p>Regional and Global</p> <p>The continued strengthening of cooperation at regional and global level on preparedness for response, recovery and reconstruction is critical and may require the following additional measures: (5 points – see pre-zero draft)</p>	<p>Regional and Global</p> <p>Investments are needed to strengthen the capacity to record, analyze, summarize, disseminate, and exchange statistical information and data on hazards mapping, disaster risks, impacts, and losses. In that connection: (3 points – see pre-zero draft)</p>

Role of Stakeholders

The implementation of the measures at local, national, regional and global levels will require the full commitment, goodwill, knowledge, experience and resources of all stakeholders, as relevant. Effective and meaningful local, national, regional and global partnerships to manage disaster risk can greatly contribute to the further evolution of strong and predictable systems for cooperation.

While States, building on existing relevant international instruments, may determine more specific roles and responsibilities for all public and private stakeholders in accordance with national plans and priorities, some indications may include: (see pre-zero draft)

Business, professional associations, private sector financial institutions and philanthropic foundations

Academic and research

Media

Financial, investments, and trade institutions

Social groups, volunteers, and civil society and faith-based organizations

International Partnership in the Implementation and Follow-Up Process

While it is a primary responsibility of States to manage disaster risk, there is a strong expectation on the further strengthening of international cooperation and the forging of an international partnership for disaster risk reduction. Managing disaster risk requires an all-States and all-stakeholder effort, given the complexity of the task at hand and the relevance for humanity as a whole.

Provisional Summary Substantive Programme (subject to further revisions - Draft 280814)

INTER-GOVERNMENTAL SEGMENT

HIGH-LEVEL DIALOGUE on "Global Partnership in Addressing Emerging Risks in a post-2015 Global Agenda"
OFFICIAL PLENARY SESSION with official statement

MINISTERIAL ROUNDTABLES

- A. Governing Disaster Risk: Overcoming Challenges
 - B. Inclusive Disaster Risk Management: Governments, Communities and Groups Acting Together
 - C. Reducing Disaster Risk in Urban Settings
 - D. Risk Sensitive Investment: Public-Private Partnerships
 - E. Reconstructing after Disasters: Building Back Better
- DIALOGUES WITH MAJOR GROUPS

MULTI-STAKEHOLDER SEGMENT

- WORKING SESSIONS

Progress on existing HFA Priorities

1. Governance and Development Planning at National/Local Levels (Priority 1)
2. Risk Identification and Early Warning (Priority 2)
3. Education and Knowledge in Building a Culture of Resilience (Priority 3)
4. Underlying Risk Factors (Priority 4)
5. Preparedness for Effective Response (Priority 5)

Emerging Risks

6. Technological Hazards: From Risk Reduction to Recovery
7. Disaster and Climate Risk: Accelerating National and Local Initiatives
8. Ecosystems Management and Resilience
9. Global Risk Trends
10. Integrated Water Resource Management
11. Food Security through a Disaster-Resilient Agriculture
12. Disaster Management for Healthy Societies

Commitments to implementation

13. Business and Private Sector: Investing in Resilient Infrastructure
14. Applying Science and Technology to DRR decision-making
15. Communities Addressing Local Risks
16. Mobilizing Women's Leadership in DRR

Accelerating implementation

17. Commitments to Safe Schools
18. Measuring and Reporting Progress

The above list is subject to revisions and is expected to integrate a few more Working Sessions.

- IGNITE STAGE
- STUDY TOURS
- EXCURSIONS



UN World Conference on
Disaster Risk Reduction
2015 Sendai Japan

Thank you so much
and
See you in Sendai !!

Cabinet Office, Government of Japan

<http://www.cao.go.jp/index-e.html>

http://www.bousai.go.jp/1info/pdf/saigaipanf_e.pdf

3rd UN World Conference on Disaster Risk Reduction (WCDRR)

http://www.bousai.go.jp/kokusai/kaigi03/index_en.html

日本の土砂災害 (Landslides) 研究に基づく

post-2015 国連防災枠組みへの貢献

佐々恭二

地震・豪雨地帯の斜面災害危険度軽減に資する科学技術推進
のための国際会議実行委員会・委員長

1. 日本語での地すべりと国際的な地すべり (Landslides) の意味の違い

日本人が、外国の研究者と地すべりについて意見交換する場合や論文を国際誌へ投稿する際に障害になることが多いのは地すべり—Landslides の意味の違いである。国際フォーラムや今後 post-2015 国連防災枠組みの検討とその後の活動に際して重要な要素であるので、国際フォーラムの基礎として説明する。

日本語での「地すべり」は明治時代になって使われだした言葉であり、おそらく Landslides の直訳として日本に入ってきたものと思われる。そして、この地すべりという言葉は、明治以前から日本で使われてきた山崩れと使い分けて、水田・畑・集落など生活圏を構成する比較的緩傾斜の地盤で生じる緩慢な運動を起こすものにあてはめられてきた。一方、山地や急崖など急斜面で発生する速度の速い現象については、地盤の運動については、山崩れ、崖崩、斜面崩壊などの言葉が使われてきた。

戦後、この概念に沿って下記の二つの法律が施行され、行政的なその定義が日本国内で定着した。

1) 昭和33年に施行された「地すべり等防止法」

(定義) 第二条 この法律において「地すべり」とは、土地の一部が地下水等に起因してすべる現象又はこれに伴って移動する現象をいう。

2) 昭和44年に施行された「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」

(定義) 第二条 この法律において「急傾斜地」とは、傾斜度が三十度以上である土地をいう。

この二つの法律は、建設省河川局砂防部主動のもとで作成・施工されたが、その技術的な側面は建設省土木研究所の地すべり研究室、急傾斜地研究室が支えてきた。昭和30年から昭和54年まで建設省土木研究所の砂防研究室、地すべり研究室長、急傾斜地崩壊研究室長として、その作成及び運用に携わってきた渡 正亮氏が地すべりと崖崩れの違いをまとめた表1を引用する。

表 1 地すべりと崖崩れの相違点 (渡正亮 1995, 2000)

	地 す べ り	崖 く ず れ
地 質	特定の地質または地質構造の所に多く発生する。	地質との関連は少ない。
土 質	主として粘性土をすべり面として滑動する。	砂質土(マサ、シラス等)の中でも多く起こる。
地 形	5°~25°の緩傾斜面に発生し、特に上部に台地状の地形を持つ場合が多い。	30°以上の急傾斜面に多く発生する。
活動状況	継続性、再発性	突発性
移動速度	0.01mm/day ~10mm/day のものが多く一般に速度は小さいが、次第に加速して崩落する。	落下時の速度はきわめて大きい。
土 塊	土塊の乱れは少なく、原形を保ちつつ動く場合が多い。	土塊はかく乱される。
誘 因	地下水による影響が大きい。	降雨特に降雨強度に影響される。
規 模	1~100ha で規模が大きい。	厚さが薄く規模が小さい。
徴 候	発生前にキレツの発生、陥没、隆起、地下水の変動等が生ずる。	徴候の発生が少なく、突発的に崩落してしまう。

日本の場合は、法律として地すべり、崩壊の分類が定着したが、海外でこの分類が用いられているわけではない。国によって地すべりの定義が異なれば、地すべり災害が何件発生したかの統計もとれない。そのため世界各国が災害軽減のために協力した 20 世紀の最後の 10 年間の「国際防災の十年」への Landslides (地すべり) 分野での活動として、ユネスコ (UNESCO) と国際地質学連合 (IUGS) の支援を得て世界地すべり目録委員会 (Working Party on World Landslide Inventory) が組織され、そのなかで Landslides の統一的定義が行われた。その合意された定義は、「The movement of a mass of rock, debris or earth down a slope」である (Cruden & Varnes, 1996 他で発表)。日本語に意識すると「岩、土あるいはその混合物の斜面下降運動」になる。Debris は、Earth (畑の土やもっと細かいシルト・粘土など) と岩の間であり、日本語での土砂、レキ、巨レキやそれらの混じったものを指す。厳密には粒径が 2 mm より小さな粒子が 80% を超えるものを Earth (土)、粒径が 2 mm より大きな粒子が 20-80% をしめ、その残りは粒径が 2 mm より小さな粒子がしめるものを debris としている (Varnes, 1978, Cruden & Lan, 2014)

社会・行政用語は、国毎に異なってもかまわないが、学術用語は世界共通でなければ、科学・学術としては成り立たない。そのために「地すべりの学術的定義」について、日本地すべり学会において、議論を行い、地すべりの学術的定義としては、国際的に統一された Landslides の定義と同じ「岩、土あるいはその混合物の斜面下降運動」とすることを決めた (佐々, 2002)。この学術的定義は、地すべりに関係する他学会でも受け止められ、砂防学

会の論説(佐々, 2003)、応用地質学会の巻頭言(佐々, 2003)、地盤工学会の論説 (佐々, 2007)として紹介され、また、日本地すべり学会で編著した地すべり用語辞典の巻頭言にも紹介した (佐々, 2004)。国際斜面災害研究機構は、世界的に統一された Landslides の定義に基づいて地すべりを対象とするフルカラーの学術誌 *Landslides: Journal of International Consortium on Landslides* を 2004 年に創刊し、2014 年現在、年 6 回発行、1 号平均 200 頁、年間 1200 頁発行、2013 年インパクトファクター 2.814 となり、地すべりの学術的定義はすでに世界的に統一されているものである。

この定義では、地すべり (Landslides) は、日本で用いられている地すべり、斜面崩壊、土石流、岩盤崩落などをすべて含むものである。これらを細かく分ける場合は、材料と運動(すべり、流動、落下など) の組み合わせで示す。日本での地すべりは、Debris slide(土砂すべり)あるいは rock slide (岩盤すべり)、日本での土石流は、Debris flow (岩と土の混合物の流動)、日本の岩盤崩落・落石は、Rock fall(岩の落下)と表現される。今回の広島災害のような現象は、debris slide—debris flow (岩と土の混合物のすべり—岩と土の混合物の流動、すなわち土石流)と二つの地すべり運動をダッシュ記号 (—) でつないで表現する。

国際的に意見交換する場合いに、もっとも意味の通りにくいのが、崩壊、崖崩れである。この中には、Earth(土)と Debris(岩と土の混合物)の「すべり」と「落下」の両方がある。そして 30 度以上の急斜面で発生するものを指す。急傾斜で発生する地すべり (崩壊・崖崩れ) と傾斜の緩い斜面で、通常、過去に地すべりが発生した斜面で、再活動する地すべり (地すべり) をわけて扱うことは、防災対策上、意味のあることである。しかし同時に国際的活動においては、世界的に統一された地すべりの定義に基づいて発信することが重要である。

国連防災世界会議は、過去二回は、横浜(1994)、神戸 (2005) , 仙台 (2015) は、日本主導で開催されてきた。日本が主導的立場をしめ日本に本部を置く国際斜面災害研究機構が、国連防災戦略の一環としての地すべり分野に関する世界的プラットフォームの役割を担っており、その中でも 3 年ごとに開催している斜面防災世界フォーラム (第一回東京・国連大学本部 2008 年、第二回ローマ・国連食糧農業機関本部、第三回北京・国立会議場) は、地すべり分野のプラットフォームとして、評価され、第 5 回国際減災会議 (2014 年 8 月、ダボス) において post-2015 国連防災枠組み構築に向けた会議として、その活動を紹介するパネル講演を行った。英語であるが、「日本の土砂災害 (Landslides) 研究に基づく post-2015 国連防災枠組みへの貢献) としてその P P T を次に紹介する。なお、講演は英語への同時通訳つきで日本語で行います。

引用文献

- Cruden D & Vernes D (1996) Landslide Types and Process. Landslides-Investigation and Mitigation (Turner K and Schuster R. *Editors*), Special report 247, Transportation Research Board, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., pp.36-75.
- Cruden D & Lan H.X (2014) Using the Working Classification of Landslides to Assess the Danger

from a Natural Slope (第12回国際応用地質学会特別講演), *Engineering Geology for Society and Territory* (Lollino G, Giordano D, Battista G, Corominas J, Azzam R, Wasowski J, Sciarra N. *Editors*), Vol. 2, pp.3-12.

Varnes D (1978) Slope Movement Types and Processes. *Landslides-Analysis and Control. Special Report 176*, Transportation Research Board, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C., pp.11-33

佐々恭二 (2002) (社) 日本地すべり学会の今後の重点課題、地すべり 39-2, pp.1-4.

佐々恭二 (2003) 論説:砂防学と地すべり研究の学術的発展と国際化、砂防学会誌 55-5, pp.1-3.

佐々恭二 (2003) 巻頭言:地すべり研究の統合的発展と国際ジャーナルの発刊、応用地質学会誌, 44-4, pp.211-212.

佐々恭二 (2004) 巻頭言: 地すべり-地形地質的認識と用語(*Landslides-terminology in geological and geomorphological studies*)、日本地すべり学会・地すべりに関する地形地質用語委員会編、i-ii.

佐々恭二 (2007) 論説: 国際斜面災害研究計画(IPL) : 斜面災害危険度軽減のための研究と学習の強化、土と基礎 2007年3月号、pp.12-14



5th IDRC in Davos 25 August 2014
Panel talk for PLENARY SESSION I
Outcomes of Recent International Disaster
Risk Reduction/ Management Conferences



Programme of ICL

World Landslide Forum 3 toward post-2015 framework for DRR

Kyoji Sassa

Executive Director

International Consortium on Landslides (ICL)

The Thematic Network on Landslides in UNISDR

SASSA, Kyoji (2014) Third Landslide Forum (WLF3).

GRF Davos Planet@Risk. Vol. 2, No. 5, pp.324-326.

(Special Issue for the Post-2015 Framework for DRR)

2014.8.20 Hiroshima Landslide Disaster

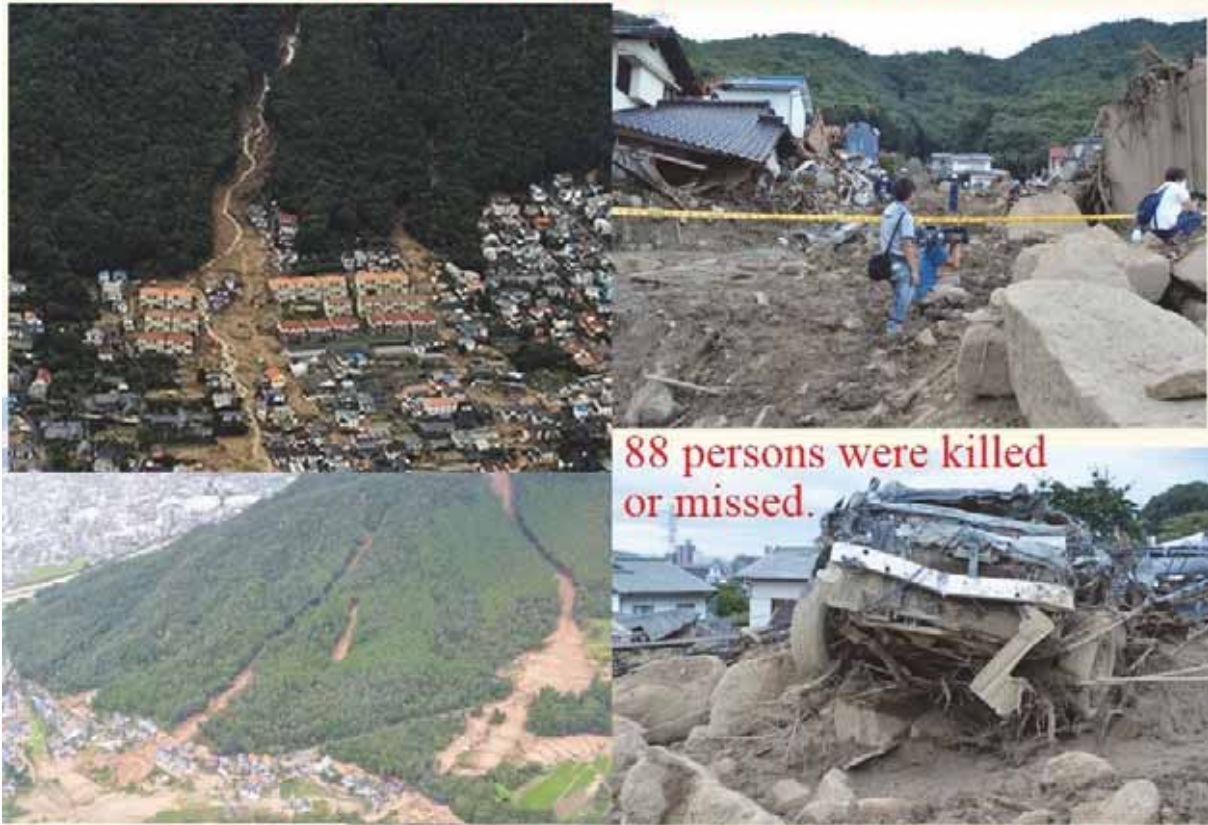
The historically largest rainfall intensity **217mm/3 hours** attacked the urbanization area in Hiroshima, Japan and caused **50 fatalities and 38 missing** on **20 August 2014**.

Climate change has been increasing rainfall intensity and frequency to trigger landslides. **Urbanization** has been increasing landslide disaster risk in mountainous countries. **Landslides** is one of the most dangerous disasters in the coming decades to be tackled in Post-2015 framework for DRR

Landslides in the urbanization area (Asaminami-ku) in Hiroshima City



Photos of Hiroshima landslide disasters



ICL, Journal *Landslides and WLF* shall contribute for Post-2015 DRR

4th Phase 2017 4th WLF in Ljubljana, Slovenia
2020 5th WLF in Niigata, Japan (5 year after Sendai)

3rd Phase 2015 ICL-IPL Sendai Partnership Conference (11-15 March 2014 during 3rd WCDRR in Sendai, Japan
2014 Beijing Declaration for a Safer Geoenvironment during 3rd WLF in Beijing, China

2nd Phase 2006 Tokyo Action Plan to establish IPL
2005 Letter of Intent agreed at the 2nd WCDR in Kobe, Japan

1st Phase 2004 Foundation of the full color scientific journal "Landslides"
2003 UNESCO-KU-ICL UNITWIN Cooperation Programme on Landslides
2002 Kyoto Declaration "Establishment of an International Consortium on Landslides"

1st Phase



An international consortium (ICL) was established during the UNESCO-Kyoto University Joint Symposium in 2002 with participants from UNESCO, UNISDR, WMO, MOFA & MEXT, Japan.

I : a cultural heritage at risk.

C : Motion of landslide and progress of ICL

L : Retaining wall for landslide disaster risk reduction measures



2014 ICL member (59 organizations from 35 countries/regions)

1. Albania (1): Albania Geological Survey	19. Malaysia (2): Public Works Depart, Mara Univ.
2. Bosnia and Herzegovina (1): The Geotechnical Society of Bosnia and Herzegovina	20. Mexico (1): Institute of Geography, UNAM
3. Brazil (1): Federal University of Parana	21. Nepal (1): ICIMOD
4. Canada (1): Geological Survey of Canada	22. Nigeria(1): University of Nigeria. Dept. of Geology
5. China (5): China Geological Survey, etc	23. Norway (1): Inter. Center for Geohazards, NGI
6. Columbia (1): Univ. Nacional de Columbia	24. Peru (1): Grudec Ayar (NPO, Cusco)
7. Croatia (2): Rijeka + Zagreb Univ., Zagreb City	25. Russia (3): Moscow State University, Hydro Proj. etc
8. Czech Republic (2): Charles University, IRSM	26. Serbia (1): Univ ersity of Belgrade
9. European Commission (1):Joint Research Centre	27. Slovakia (1): Comenius University
10. Germany (1) :Technische Univ. Darmstadt	28. Slovenia (2): Univ. Ljubljana, Geological Survey
11. Georgia (1): National Environmental Agency	29. South Africa(1): Council for Geoscience
12. Honduras (1) : Univ. Politecnica de Ingenieria	30. Sri Lanka (2): Cent. Eng. Consul. Bur., NBRO
13. India (1): Natonal Inst. of Disaster Management	31. Chinese Taipei (1): National Taiwan University
14. Indonesia (1): Gadjah Mada University	32. Thailand (2): Ministry of Agri, Asian Disas. Prep. Cent.
15. Iran (3): Agri. Res. and Edu. Organization etc	33. Ukraine (1): Inst. Telecomm. & Global Infor. Space
16. Italy (3): University of Firenze, ISPRA, etc	34. Uzbekistan (1): Institute Hydroingeo
17. Japan (5): DPRI-KU, Japan Land. Soc. etc	35. Vietnam (1): Inst. Transport Science & Technology.
18. Korea (5): Korea Inst. (KIGAM, KFRI), etc	

ICL founded the full color Journal *Landslide* since 2004.
ICL published the full color books at each WLF since 2008

Landslides: Journal of International Consortium on Landslides.

6 issues/year, 200 pages/issue, Full color, 203 Impact factor: 2.814

WLF1 2008 : Landslide Disaster Risk Reduction. Vol.1, 649 pages

WLF2 2011 : Landslide Science and Practice. Vol.1-7, 3,600 pages

WLF3 2014 : Landslide Science for a Safer Geoenvironment, Vol.1-3, 2,100 pages



Advisory members of the Journal Management Committee include heads of UNESCO, UNISDR, WMO, FAO, UNU, ICSU, WFEQ, IUGS, Cabinet Office/MEXT/MLIT of JAPAN as well as ICL

Cover of WLF3 full color book with forewords from UNESCO and UNISDR



LETTER OF INTENT

"United Nations World Conference on Disaster Reduction (WCDR)", Kobe, Japan, 18-22 January 2005

This Letter of Intent aims to provide a platform for a holistic approach in research and learning on "Integrated Earth system risk analysis and sustainable disaster management".

Rationale

- Understanding that any discussion about global sustainable development without addressing the issue of Disaster Risk Reduction is incomplete.
- Acknowledging that risk prevention policies including warning systems related to natural hazards must be improved or established.
- Understanding that disasters affect poor people and developing countries disproportionately.
- Stressing that after years of under investment in preventive scientific, technical and constructional infrastructure activities it is time to change course and develop all activities needed to better understand natural hazards and to reduce the vulnerability/nobility of developing countries to natural hazards, and
- Acknowledging that a harmful deficiency in coordination and communication measurements related to Disaster Risk Reduction exists.

Proposal

Representatives of United Nations Organizations, as well as the Scientific (ICSU) and Engineering (WFEO) Communities propose to promote further joint global activities in disaster reduction and risk prevention through:

Strengthening research and learning on "Earth System Risk Analysis and Sustainable Disaster Management" within the framework of the "United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction" (ISDR).

More specifically it is proposed:

based on the existing structural framework of the ISDR and plan of action of the UN-WCDR, as well as other relevant networks and institutional and international expertise:

to establish specific, goal-oriented "Memoranda of Understanding (MoUs) between international stakeholders targeting Disaster Risk Reduction, for example focusing on landslide risk reduction, and other natural hazards.

Invitation

Diverse, regional and national competent institutions are invited to support this initiative by joining any of the specific MoUs following this letter through participation in clearly defined projects related to the issues and objectives of any of the MoUs.

Signatories:

 Mr. Kojiro Matsuno Director-General United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	 Mr. Michel Serradell Secretary-General World Meteorological Organization	 Mr. Jacques Diouf Director-General Food and Agriculture Organization of the United Nations	 Mr. Giovanni Boffa Director UN International Strategy for Disaster Risk Reduction
4.8.1.2005 Date	22. 5. 2005 Date	17.5.2005 Date	18.01.05 Date
 Mr. Hans von Storch Rector United Nations University	 Mr. Zeno Lubicz President International Council for Science	 Mr. Pauline Combe Executive Director World Federation of Engineering Organizations	
19.01.05 Date	30.04.05 Date	27.2.2005 Date	

The International Consortium on Landslides (ICL) proposed the "Letter of Intent" at the thematic session 3.8 "New international initiatives for Research and Risk Mitigation of Floods (RF) and Landslides (RL)" of the United Nations World Conference on Disaster Reduction held on 18 January 2005 in Kobe, Japan. This is the Letter of Intent, which was electronically combined based on the original Letters of Intent, formally approved and signed by all parties. All of the original Letters of Intent with signatures are deposited in the secretariat of the International Consortium on Landslides which is located in the Research Centre on Landslides of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University.

International Consortium on Landslides
Secretariat - Research Centre on Landslides, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan
Web: <http://www.icl.kyoto-u.ac.jp>, E-mail: icl@disaster.pri.kyoto-u.ac.jp, Tel: +81-75-35-4112 Fax: +81-75-35-5537

2nd Phase

UNESCO, WMO, FAO, UNISDR, UNU, ICSU and WFEQ signed "Letter of Intent" by the Landslide Session in 2nd WCDR, Kobe, Japan in 2005



ICL exchanged MOU with each of UNESCO, WMO, FAO, UNISDR, UNU, ICSU and WFEQ to promote **2006 Tokyo Action Plan** on International Programme on Landslides (IPL) in 2006



2014 Beijing Declaration and 2015 ICL-IPL Sendai Partnership Planning Meeting
19-22 November 2013 in Kyoto, Japan



ICL 10th Anniversary meeting to adopt ICL Strategic Plan 2012-2021
17-20 January 2012 in Kyoto, Japan



High-Level Panel Discussion:

Initiative to create a safer geoenvironment toward WCDR2015 and forward

High-level panel was chaired by Hans van Ginkel.

UNESCO, UNISDR, WMO, ICSU/IRDR, China Geological Survey, ICL together from floor discussed.

The 2014 Beijing Declaration “Landslide Risk Mitigation : Toward a Safer Geoenvironment” was adopted in the round table discussion on 6 June 2014 following this panel discussion.

531 people, 211 national and international organizations from 40 countries and 5 organizations of United Nations System participated WLF3.

3rd Phase

Identification of World Centre of Excellence (WCoE) 2014-2017

IPL-Global Promotion Committee (member from ICL, UNESCO, WMO, FAO, UNU, ICSU, WFEO, IUGS: Chair: Salvano Briceno) has decided through 1) Examination of Eligibility by the Secretariat, 2) Technical Evaluation by 10 experts, 3) Recommendation by the Independent Panel of Experts (5 from ICL supporting organizations: Chair Hans van Ginkel)



Certificates were awarded from UNESCO DG Irina Bokova to 15 leaders of WCOE 2014-2017

From Left: Thailand, Slovenia, China (Geological Survey), Russia, Nigeria, Malaysia, Japan (Niigata University and Japan Landslide Society), Hans van Ginkel (former UNU Rector), Irina Bokova (UNESCO DG), ICL Executive Director, Czech, Croatia, Italy, Indonesia, China (North-East Forestry University), Sri Lanka, Taiwan/China.

3rd Phase

2015 ICL-IPL Sendai Partnership Conference

Toward a Dynamic Global Network for Landslide Disaster Risk Reduction for the Post-2015 Framework for DRR

11-13 March 2015: IPL Symposium, ICL Board Meeting, IPL Global Promotion Committee in Tohoku Gakuin University

14-15 March 2015: Participation 3rd WCDRR and Discussion with participants

15 March 2015 (Lunch Time): **Working lunch with VIP and key members**

Conference Room 1 in Tohoku Gakuin University

15 March 2015 (PM): Round Table Discussion and Adoption of

the ICL-IPL Sendai Partnerships in Conference Room 3+4 in Tohoku Gakuin University

(Cars will be arranged from 3rd WCDRR venue entrance to the University. 5 minutes drive)



Tohoku Gakuin University



Sendai International Center



Ms Irina Bokova
UNESCO Director General

4th Phase

4th Phase will be examined and planned in the 2015 ICL-IPL Sendai Partnership Conference on 11-15 March 2015.

All United Nations', international/national, research/educational organizations and NGOs are invited to join this initiative within their own mandates and capacities.

Target mile stone meetings are

4th World Landslide Forum: May 29-June 2 in 2017

at Exhibition and Convention Centre, Ljubjana, Slovenia

5th World Landslide Forum: September 21-25 in 2020

at TOKI MESSE in Niigata, Japan.

Call for collaboration and support to this initiatives with concrete action to well fit this initiative to Post-2015 Framework for DRR

Post-2015 Framework for DRR

ICL-IPL initiative including WLF and *Landslides journal* is sure to contribute to Post-2015 Framework for DRR.

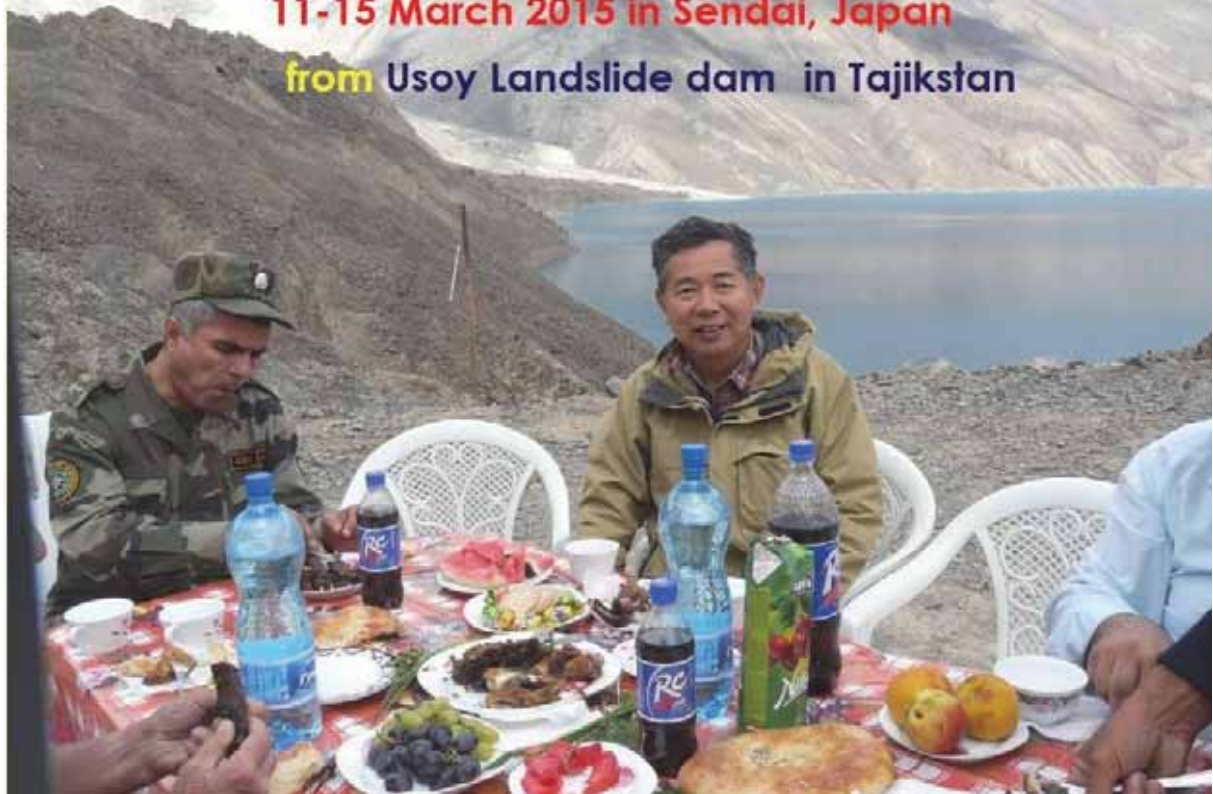
ICL, UNISDR, UNESCO will examine how does ICL-IPL Sendai Partnership contribute to the post-2015 Framework for DRR *based on the current pre-zero draft of the post-2015 framework for DRR on 7-9 October 2014 in Kyoto, Japan.*

Please be contact with us to collaborate this initiative.

Email: secretariat@iclhq.org

WEB: <http://icl.iplhq.org/>, <http://www.iplhq.org/>

Welcome to ICL-IPL Sendai Partnership Conference
11-15 March 2015 in Sendai, Japan
from Usoy Landslide dam in Tajikistan



Measures against the Hiroshima debris flow disaster on Aug.20, 2014

Yukihiko SAKATANI

Director for Sabo Facilities Evaluation Analysis, MLIT

1. Introduction

Many debris flows and debris slides simultaneously occurred in Hiroshima city in the early morning of August 20, 2014. As of September 19, this disaster claimed 74 dead, 255 houses damaged and a total of 4,562 houses were affected, although countermeasures and preparedness against sediment-related disasters has been implemented by the Municipal governments of Hiroshima Prefecture and Hiroshima city as well as other local governments in Japan since the Sediment-related Disaster Prevention Law was issued with the disaster in Hiroshima prefecture in 1999 as a trigger. This report gives outline of the disaster, implementation status of the policies by concerned local governments and Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism (MLIT) after the enforcement of the Law and crisis management by the administrations.

2. Factors of the Hiroshima disaster

The cumulative rainfall from 20:00 hrs of 19 August until 05:00 hrs of 20 August (local time) reached 257 mm at the Japan Meteorological Agency's (JMA) Miiri rain gauge station in Hiroshima city. The maximum hourly precipitation from 04:00 hrs to 05:00 hrs of 20 August was 101 mm. The continuous and extreme rainfall induced 166 landslide disasters (107 debris flows and 59 debris slides), which caused casualties and damage to residential houses, infrastructures, etc. in the rather limited area. Hiroshima city is the biggest city in the Chugoku region with the population of about 1.17 million. Residents of the affected area suffered landslide disasters frequently for long time. On June 29, 1999, similar landslide disaster occurred in another part of Hiroshima city and an adjacent city, Kure, which resulted in 31 dead and missing, and 169 houses



damaged.

The damages took place in urban areas build up at foots of mountains covered by heavily weathered granitic sands. The factors of the disaster are regarded as follows,

- (a) Intense rainfall in a short time
- (b) Susceptible geological feature e.g. heavily weathered granitic sands cover
- (c) Expanding of urban areas into the foot of steep mountain slope
- (d) Difficulty of evacuation in the midnight at the disaster onset time



Photo1 Debris flow in Yagi 3 chome area (left)

Photo2 A trace of debris flow and big boulders (right)

3. Preparedness by the prefectural government and the city office

The Hiroshima prefectural government investigated and designated those hazardous sites and/or areas for landslide disasters and announced those information on web site. The Hiroshima city office has published the hazard maps of the designated sites / areas. The residents could know whether their houses are inside the designated hazardous areas or not. The results of investigation of the hazardous sites / areas should contribute to raising awareness of the risk. However, many of the residents have not understood the disaster risk and did not evacuate. Most possible reason for this is that no one takes responsibility to inform the hazardous sites / areas to the residents.

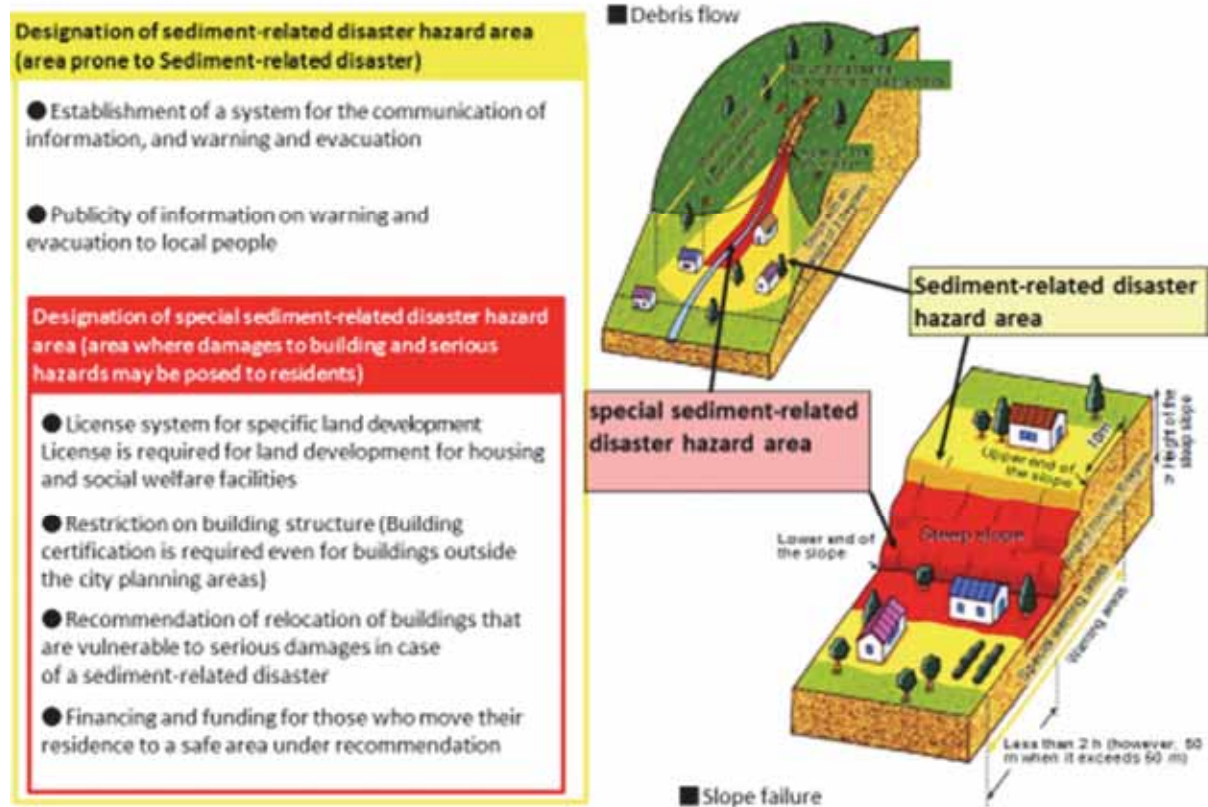
Under the 2001 National Landslide Disaster Prevention Law, the prefectural government needs to carry out basic investigation and designation of "landslide disaster hazardous areas" and "special landslide disaster hazardous areas."

The Hiroshima prefectural government had designated both types of areas one after another. Unfortunately, designation has not yet been completed in the most severely damaged areas, communities of Yagi and Midorii. If it had been designated, the Hiroshima city office could encourage or order evacuation measure under the Law.

On the other hand, Sabo Department of MLIT and Japan Meteorological Agency (JMA) defined the guideline to issue "Landslide Disaster Alert" in 2004. Local criteria for the Landslide Disaster Alert was established and the alert has been applied to Hiroshima city

since Sept. 1, 2006. The disaster management plan of the city defines that the city office issues evacuation counsel for landslide disasters with other information referring the Landslide Disaster Alert.

Designation, Restriction and others by the Sediment-related Disaster Prevention Law



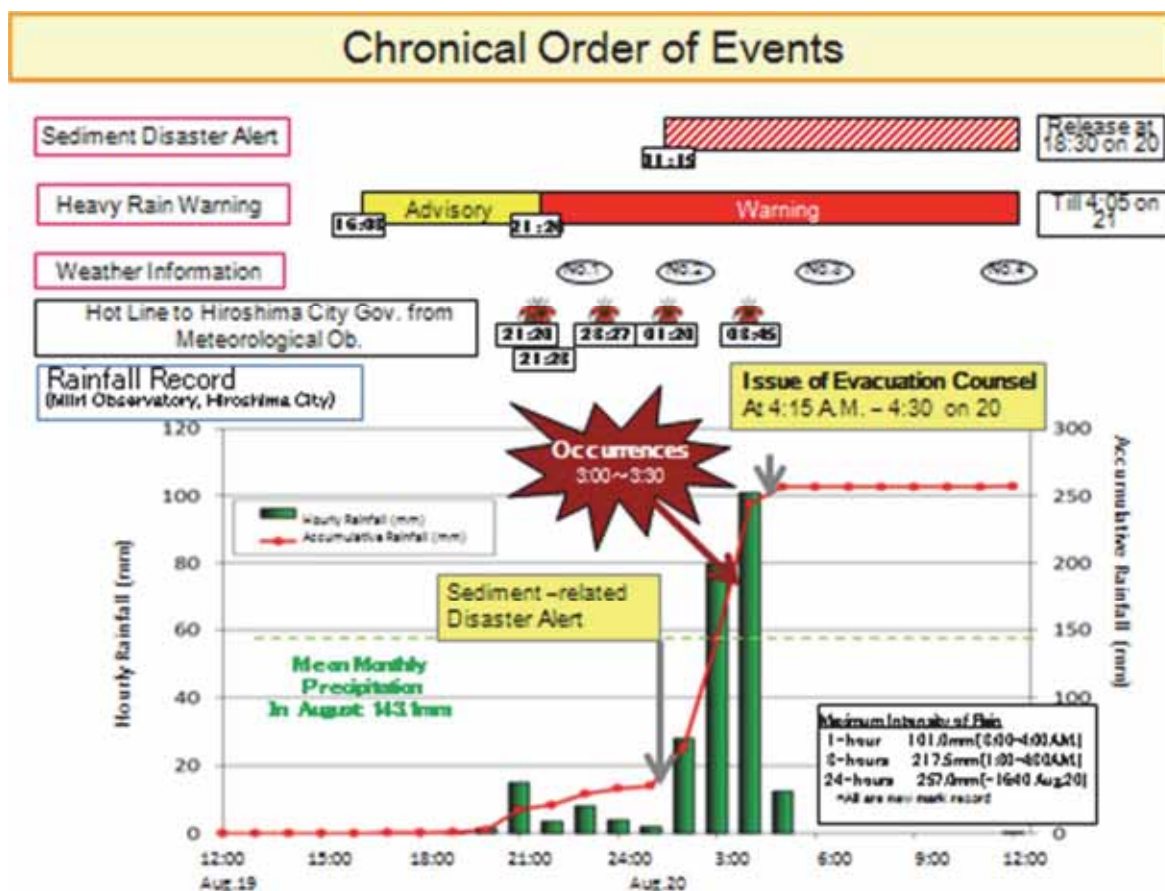
In the case of 2014 August disaster, Hiroshima meteorological observatory of JMA announced the Landslide Disaster Alert at 01:15 hrs on August 20. Debris flows occurred between 03:00 hrs and 03:30 hrs, and the Hiroshima city office issued the evacuation counsel or order for the landslide disasters from 04:15 to 04:30 hrs to each area.

4. Measures of MLIT to prevent secondary disasters

MLIT liaisons visited the Hiroshima prefectural government and the Hiroshima city office to collect information on possibility of MLIT's assistance to both local governments. MLIT dispatched 122 experts (daily maximum) specialized for Sabo engineering and civil engineering called as "TEC-FORCE" to secure activities of policemen, fire fighters and Self-Defense (military) Force personnel searching for missing persons, in order to prevent secondary disasters from subsequent debris flows or discharging unstable soil and rocks by rainfall events as well as to restore infrastructure in the affected areas.

Main activities of the Sabo experts and engineers were; 1) investigation of the dangerous sites for landslide disasters in the affected areas; 2) checking the condition of unstable sediments in the affected areas after rainfalls; and 3) informing remarks to the workers searching missing persons to avoid risks. Subsequent rainfalls often suspended searching

activities, and the Sabo experts and engineers checked the conditions of severely affected areas before resuming activities each time.



The investigation of the 324 dangerous sites required 841 man-days from August 20 to September 2 and the sites were classified into 3 ranks, A, B and C. The number of rank A is 77, that of B is 50 and that of C is 197. The result of the investigation was informed to the local governments.

Rank A: Sites or area where government / authority needs to enhance evacuation system and to conduct emergency works for refugee residence / accommodation.

Rank B: Sites or area which government / authority needs to enhance evacuation system and to take appropriate measures if necessary after detailed investigation

Rank C: Sites which did not change conditions compared with before the August 19-20 rainfall, and has low priority for special care except caution for subsequent heavy rainfall

TEC-FORCE team also technically instructed regional bureau of MLIT, local governments and construction companies which are engaged in restoration works of MLIT, on watching the dangerous areas and on making plans and designs of the restoration works. Based on the instructions, the Chugoku Regional Bureau of MLIT has installed 14 wire-sensors and a video camera to monitor upcoming debris flows. It constructed 18 small dams and channels made of large-size sandbags as temporary urgent works in the A-rank sites. It also conducted deposited

sands and gravels from community streets, major roads and agricultural irrigation channel in the Yagi community.

5. Measures of local governments to lift evacuation counsel or order

Total 2,346 refugees in maximum from 31 communities stayed at 17 appointed shelters by the evacuation counsel or order. In order to lift the evacuation counsel or order, the local governments needs to implement measures below, for putting high priority on safety of residents with referring the result of investigation and comments by Sabo experts.

- 1) To provide public houses to residents who lost their houses.
- 2) To lower the alert level of the evacuation counsel from the Landslide Disaster Alert based on the Heavy Rain Warning issued by JMA.
- 3) To secure evacuation route by removing debris flow deposits and implementing temporary urgent works in the A-rank areas.

As for the long-term program for the urban planning of the affected areas, the prefectural government may proceeds to designate landslide disaster special warning areas to restrict buildings and to regulate residential land development. The prefectural government, the city office and the Chugoku regional bureau began to make a coordination plan on the land use and the urban infrastructures development such as Sabo facilities through discussion meetings after Sabo, forest management and urban planning experts.



6. Future studies

Sabo department of MLIT requested the local governments to inform dangerous landslide disaster sites and areas to residents, and inspected whether every local government established warning and evacuation system. More studies are required on related issues below.

- (1) Residents' awareness against the risk of landslide disasters is insufficient.
 - The result of the basic investigation on designation of landslide disaster hazardous areas (yellow zones) and special landslide disaster hazardous areas (red zones) is not announced to the public.
 - Progress of basic investigation are behind in some prefectural governments.
 - Progress of designation of landslide disaster hazard areas are behind in some prefectural governments.
 - Residents awareness in dangerous sites of landslide disaster for is insufficient.
- (2) Delay of announcement of evacuation counsel.
 - Landslide Disaster Alert is not directly linked to evacuation counsel.
 - Lifting the evacuation counsel is difficult in the case of landslide disasters.
- (3) Evacuation system implementation methodology is not fully established.
 - Inappropriate location of evacuation routes and shelters for certain houses has been reported.
- (4) Many houses have been constructed in hazardous areas
 - Measures to avoid danger are necessary both in urban and rural planning.
- (5) Disaster prevention / mitigation works are necessary.
 - Construction of countermeasures to secure residential areas such as Sabo dams (check dams) are required.

高速長距離土砂流動現象の発生メカニズムと地すべり発生運動統合シミュレーション(LS-RAPID)を用いた広島土砂災害の再現

Initiation Mechanism of Rapid and Long Runout Landslide and Simulation of Hiroshima Landslide Disasters using the Integrated Simulation Model (LS-RAPID)

佐々恭二(Kyoji Sassa)¹⁾、福岡浩(Hiroshi Fukuoka)²⁾、佐藤裕司(Yuji Sato)³⁾、
寶 馨(Kaoru Takara)^{4) 5)}、Loi Doan Huy⁴⁾、Hendy Setiawan⁴⁾、Tien Pham⁴⁾、
Khang Dang¹⁾⁴⁾

- 1) 特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構 (ICL)
- 2) 新潟大学災害復興科学研究所
- 3) 五大開発株式会社
- 4) 京都大学工学研究科社会基盤工学専攻
- 5) 京都大学防災研究所

研究結果の概要

- 新潟大学災害復興科学研究所（福岡）が八木地区の源頭部の斜面崩壊およびこれに隣接する緑井地区の源頭部の斜面崩壊の現場からサンプルを採取した。
- 京都大学本部構内吉田キャンパスにある実験室（京都大学-ICL の共同研究）において、国際斜面災害研究機構が、クロアチアとの共同研究とベトナムとの共同研究のために開発した二つの**地すべり再現試験機**（最大垂直応力および最大非排水能力 1 MPa の試験機 ICL-1 と 3 MPa の試験機 ICL-2）のうち、1 MPa の試験機を用いて地すべり運動予測に必要なパラメータを計測した。この実験は、佐々と京都大学防災研究所の寶研究室の留学生が担当した。
- 佐々他（2010）が開発した地すべり発生運動統合シミュレーション（LS-RAPID）は、対象の中心が地震時の地すべりであり、誘因としての地震波形記録は入力できるものの雨量観測記録とそれに基づく間隙水圧変化は入力できなかった。そこで地すべりの誘因として 10 分間雨量観測結果およびそれから推定される間隙圧比（間隙水圧と土層の圧力の比）を入力し、地すべりの発生運動過程を三次元表示するシステムを開発した。この開発は、国際斜面災害研究機構（佐々）と五大開発株式会社（佐藤）が担当した。
- 降雨から間隙水圧を推定する方法としては、Liao and Hong et al (2010, 2012)らがインドネシア、中央アメリカの豪雨・ハリケーンによる斜面崩壊の予測に適用し発展させてきた SLope-Infiltration-Distributed Equilibrium (SLIDE)モデルと用いた。この解析は、佐々・Loi Doan Huyが担当した。
- LS-RAPID は、クロアチアとの共同研究においてはイストリア半島における地すべり危険度予測図作成（Jovančević, Nagai, Sassa, Arbanas, 2012）にも用いているが、広島災害への適用では、その土砂災害を引き起こした地すべり（Landslides）^注の発生運動過程の再現を目的として実施した。
- 計測されたパラメータと国土地理院の発行する数値地形図および国土地理院が作成した八

木・緑井地区の崩壊分布から源頭部の斜面崩壊位置を特定し、さらに気象庁の「三入」観測点での雨量観測結果（10分間雨量）を用いて再現シミュレーションを実施した。

- 国土交通省中国整備局太田川河川事務所提供の航空レーザー測量の結果（LPデータ）および福岡浩の実施した源頭部の崩壊調査の結果を総合して、崩壊部斜面傾斜を約30度、最大崩壊深さを約4mと推定して、シミュレーションを実施した。
- 再現シミュレーション（図20、図21及びシミュレーションのビデオ）から、八木地区の3つの源頭部崩壊のうち、もっとも尾根に近い崩壊（八木-1）の上部が破壊（8月20日3時18分0秒）し、その破壊が拡大して斜面崩壊ブロックが形成され、全体として移動し始め（8月20日3時21分02秒）、その運動土塊が八木地区の中央の斜面の末端を削り（3時21分16秒）、中央斜面の末端崩壊が上部斜面へ拡大し（3時21分21秒）、両土塊が合流して拡大し、さらに斜面を流下（3時21分25秒）し、住宅地へ流入（3時21分50秒から22分頃）する様子が再現された。また、緑井の源頭部の3つの地すべりと八木地区のもう一つの地すべりが次々とすべり出し、流下する様子がわかる。
- 八木地区の崩壊-土石流（学術的には debris slide—debris flow、訳すれば岩・土混合物のすべり—岩・土混合物の流動、すなわち土石流）の平均流下速度は 15.7m/s（1100mを70秒）、緑井地区の平均流下速度は 15.8 m/s（950mを60秒）になった。
- LS-RAPIDでの計算では、住宅地に堆積した土砂の厚みは、八木地区では最大5.6m、緑井地区の堆積部の最大厚さは、7.6mになった（図22）。八木地区への住宅地への土砂の流動範囲、距離とも国土地理院による空中写真判読の範囲（図23中央）および国土交通省中国整備局太田川河川事務所提供の航空レーザー測量の結果（LPデータ：図23下）ともほぼ一致している。LPデータで得られた堆積形状の縦横断面とLS-RAPIDで得られた断面の比較もほぼ一致している（図24）。国土地理院の判読にある緑井地区の2本の末端流動は、地すべり土塊の流動の後に二次的にでて来た洪水流出に近いものではないかと推定している。（Sassa et al 2010で解析したフィリピンのレイテ島の地すべりでも、最初の地すべりの運動の後に、二次的な洪水に近い流出が生じていた。）

本手法の今後の活用について

- 今回の地すべり再現試験機による土層の運動パラメータの実測、雨量からの土層内の間隙圧変化の推定に基づき、地すべり（Landslides）の運動シミュレーションを実施し、広島土砂災害について、国土地理院による空中写真判読結果、国土交通省中国整備局太田川河川事務所提供の航空レーザー測量の結果（LPデータ）と比較した結果、この手法が、地すべり危険度予測の手法として実用可能なものであることを示している。今後、この研究を進めることにより、日本の開発したこの技術が Post-2015 国連防災枠組みにおける日本の貢献として評価され、日本の科学技術外交に推進に役立つと考えている。
- 来年3月14-18日に仙台市で開催される第三回国連防災世界会議本体会議及び国際斜面災害機構と国内外の協力機関が共催する「地震・豪雨地帯の斜面災害危険度軽減に資する科学技術推進のための国際会議」（2015年3月11-15日）において議論を深め、斜面災害危険度軽減研究の世界的なパートナーシップを推進するための枠組構築を目指す、本手法が日本が貢献できる科学技術的成果の一つと考えられる。

注：広島県の災害は、源頭部で発生した地すべりが土石流に移行したものである。これは国際的に合意された学術的表現としては debris slide—debris flow：岩・土混合物のすべりから岩・土混合物の流動（すなわち土石流）へ移行した地すべりである。

国際的に合意され、日本地すべり学会でも地すべり（Landslides）の学術的定義として合意されたものは「岩、土あるいはその混合物の斜面下降運動」であり、その中には地すべり、斜面崩壊、土石流、岩盤崩落などを全て含む広い意味である。国際的な集まりでは、国際的に合意された定義を基礎知識として知っておくことが必要である。Landslidesの国際的定義、日本における地すべりの学術的定義の詳細な説明は、本講演集の「佐々恭二：日本の土砂災害（Landslides）研究に基づく post-2015 国連防災枠組みへの貢献」を参照されたい。

研究内容の説明

研究内容の詳細は国際フォーラム「都市化と土砂災害」にて口頭で説明するが、発表で用いる図とその簡単な説明を次に示す。

1. 広島市安佐南区八木地及び緑井地区の源頭部の崩壊からのサンプル採取

新潟大学災害復興科学研究所・福岡教授は、中国新聞社の協力を得て、第5回国際災害とリスク会議（ダボス）の出席後、関西空港から直接八木・緑井両地区の源頭部の崩壊を調査し、両地区の図1に示す場所からサンプルを採取した。国際斜面災害研究機構では、この両サンプルについて、地すべり再現試験を実施し、地すべり運動パラメータを計測した。

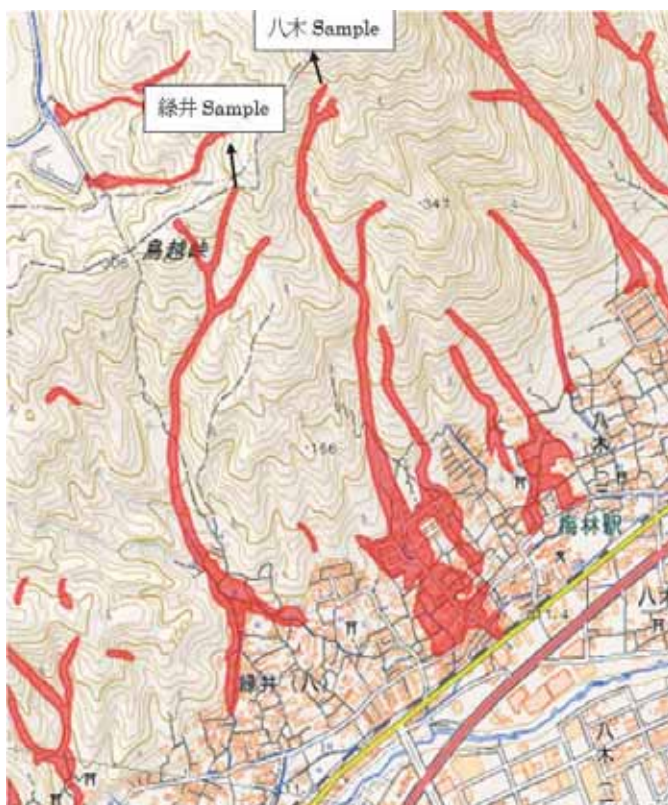


図1 空中写真判読による国土地理院発表の八木・緑井地区の地すべり移動範囲と

両地区からのサンプル採取場所

Fig.1 Landslide hazard area reported by the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) from air photo interpretation and the locations of sampling sites



図2 八木・緑井地区の源頭部の崩壊とサンプリング写真

Fig. 2. Photos of landslide and sampling in Yagi (Left) and Midorii (Right) area

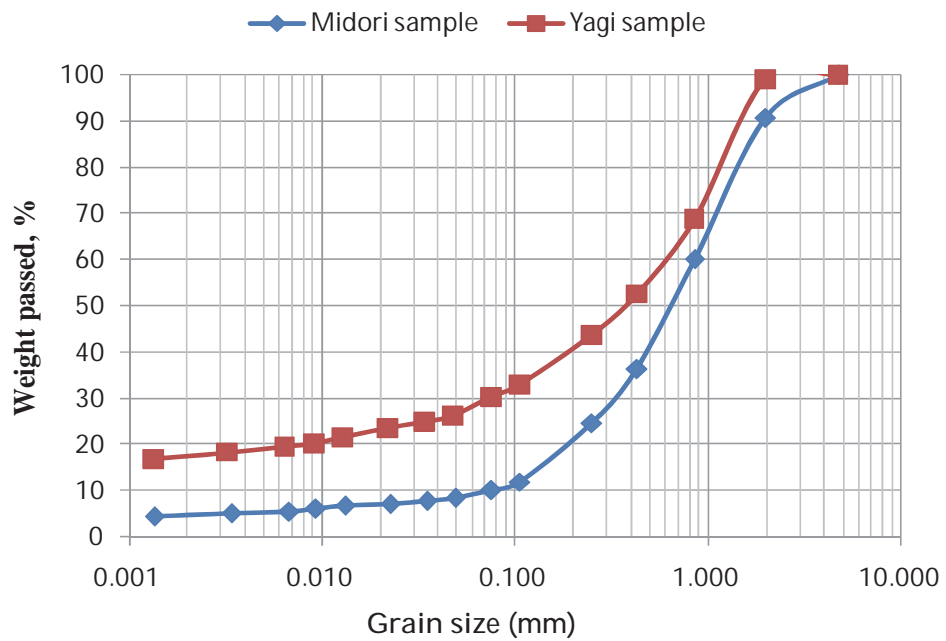


図 3-1 サンプルの粒度分析の結果

Fig.3-1 Grain size distribution

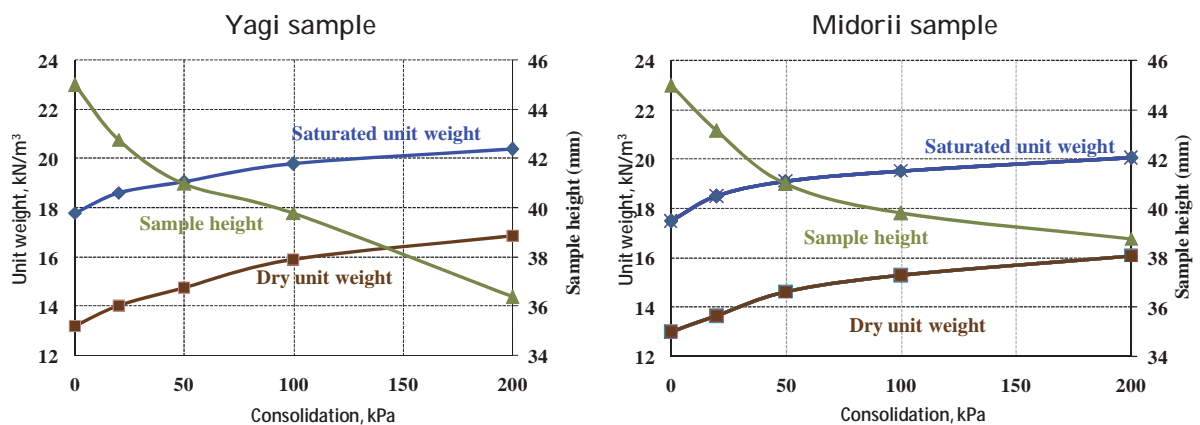


図 3-2 採取したサンプル（八木と緑井）の圧密試験の結果

Fig.3-2 Dry and Saturated unit weight of Yagi and Midorii samples at different consolidation pressure

図 1 - 3 に実験に用いたサンプルの採取場所とサンプリングの様子、実験に用いたサンプルの粒度分布および両サンプルを地すべり再現試験に入れて、0-200 kPa の異なった垂直応力で飽和状態のサンプルを圧密した際に得られた乾燥単位体積重量および完全飽和の場合の飽和単位体積重量を示す。

サンプリング写真および粒度分析の結果に示すように緑井のマサ土は、八木地区よりも細粒であり、マサ土化しており、八木地区のものは地山の構造を残しているように見える。これは緑井の地すべりは尾根部であり風化土層が流出しておらず、八木の地すべりは尾根から少し下がった斜面であり、風化土層が過去の地すべりあるいは浸食によって剥落したためかもしれない。しかし、原岩の鉱物組成が同じと思われ、地すべり動力学的な特性にそれほど大きな差はない。

実験のほとんどは 50 kPa, 100 kPa で正規圧密した後実施したが、図 9 に示す緑井の 50 kPa の実験は一旦 100 kPa で圧密してから 50 kPa に圧密応力を下げた（すなわち過圧密比 OCR= 2 で）試料のせん断試験を行った。一般に現地斜面で密度測定してもばらついて正確な値は得られないことから、図 3 - 2 に示す圧密した場合の密度の方が、再現性が高く、現地での密度に近いと考えている。しかし、地山風化の場合の密度の推定は容易ではないが、過圧密にしても地すべりの運動予測にもっとも重要な定常状態強度は、兵庫県南部地震によって発生した仁川すべりの場合（Sassa et al 1996）と同じく、正規圧密の場合とほぼ同じ値を示している（図 9）。

2. 地すべり再現試験機と再現する斜面土層内の応力

図4-図6は地すべり再現試験機の考え方、地すべりの発生メカニズムを説明したものである。第三回斜面防災世界フォーラムにおいて、地すべり動力学の進歩をレビューする講演（Progress in Landslide Dynamics）を行ったので参照いただければ幸いです（Sassa et al 2014）。

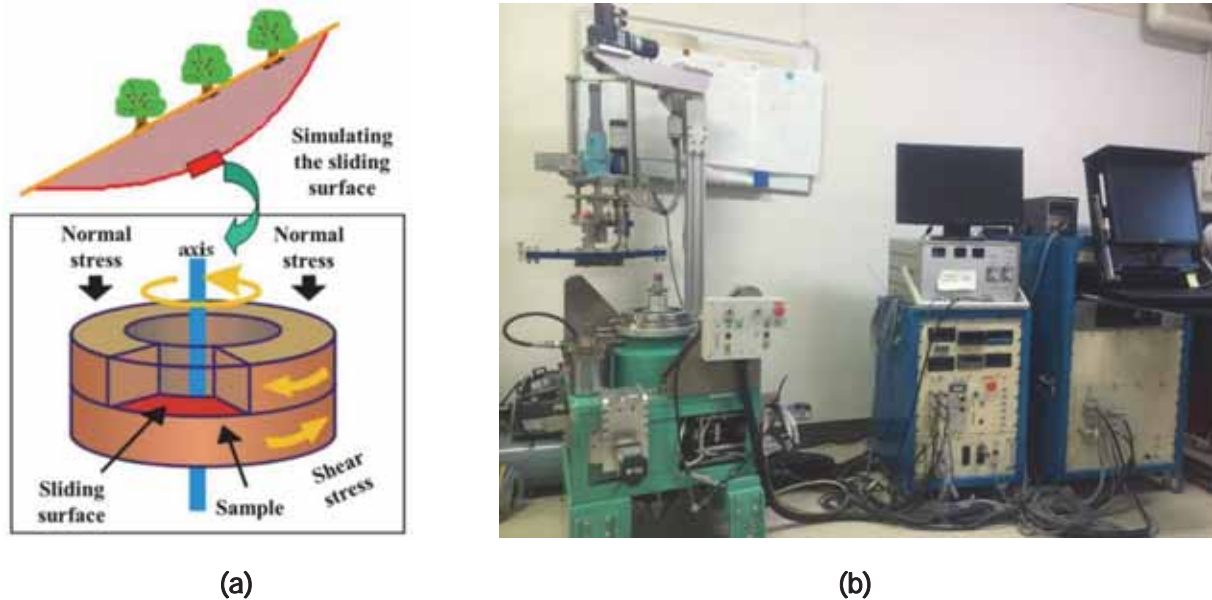


図4 地すべり再現試験機の概念(a)と用いた試験機（ICL-1）の写真（b）

Fig4. Concept of the ring-shear landslide simulator (a) and General view of the portable ring shear apparatus, ICL-1 (b)

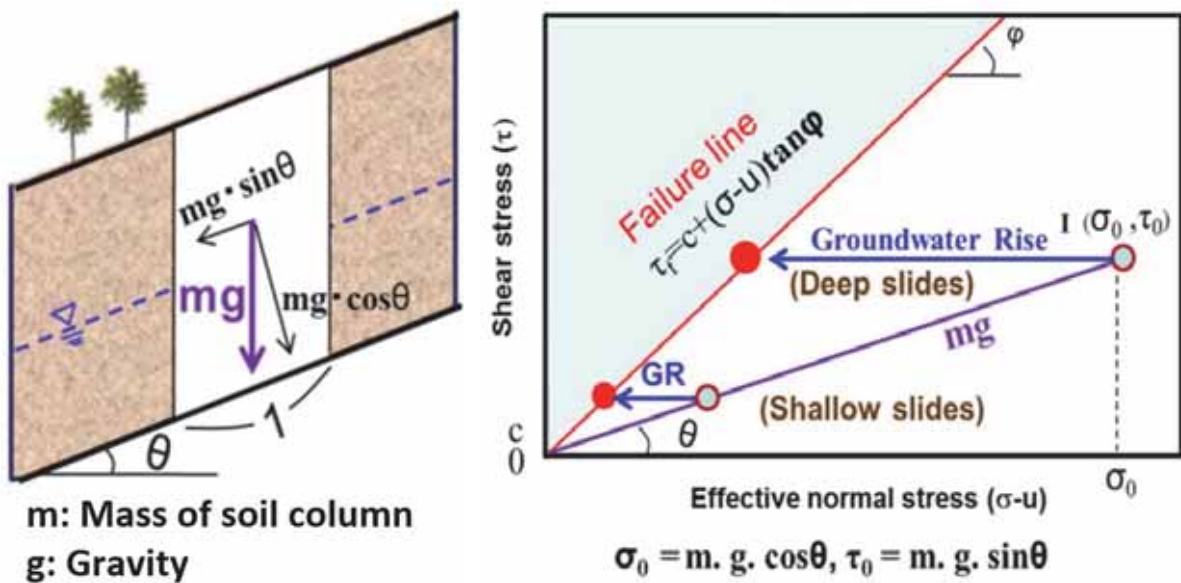


図5 地すべり再現試験で再現する斜面土層内の応力（左）と試験機内で再現する応力（右）

Fig. 5 Stresses acting on a potential sliding surface in a slope (Left)

Stresses reproduced in the ring shear landslide simulator (Right)

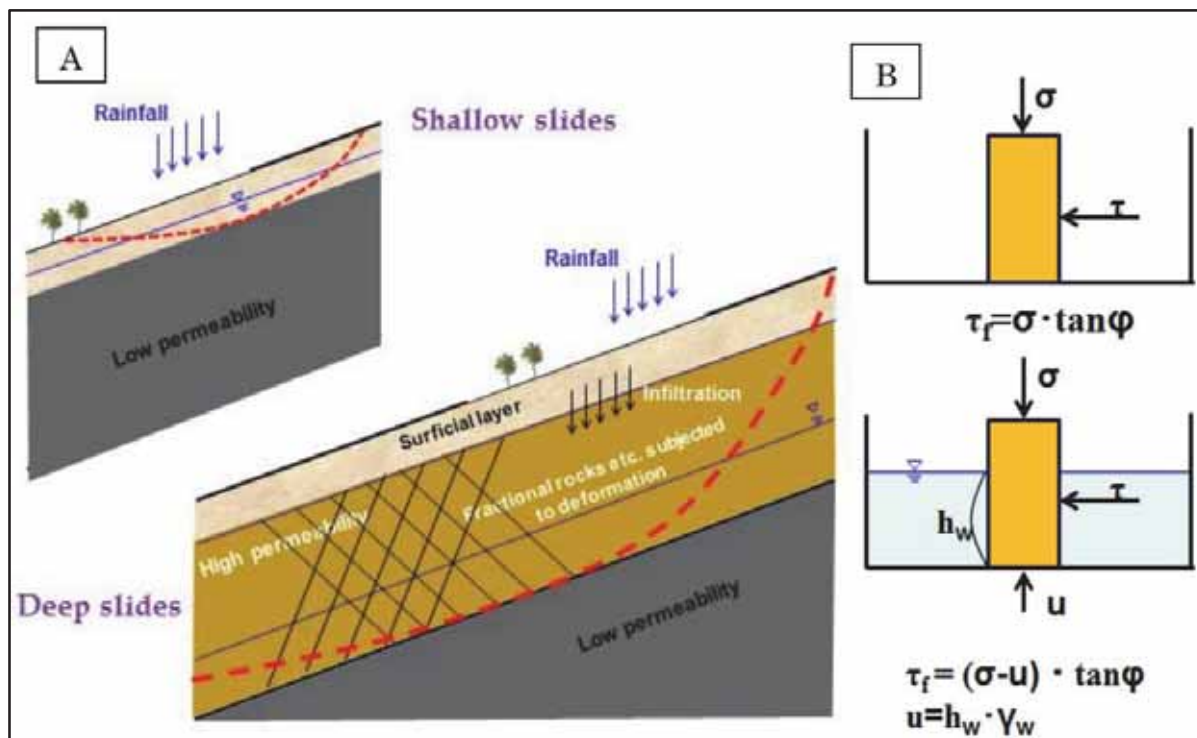


図6 降雨、地下水、間隙水圧が地すべり発生に及ぼす影響の説明

Fig. 6 Illustrated explanation of the effect of rainfall, groundwater formation and the pore water pressure for the initiation of landslide

図4(a)は、試験機開発の概念を示している。地すべりは斜面土層内に作用する力で、すべり面に平行に斜面下方方向に作用する地すべりの推力（せん断応力）が、すべり面に作用する摩擦抵抗より大きくなった時に、破壊が生じてすべり面が形成され、すべり面より上の土層がすべり始める現象である。

これを再現するために、現地斜面からすべり面が形成されるであろう（あるいは形成された）土層からサンプルを採取し、ドーナツ状の二つ割りの容器に入れる。その容器内の土砂に地すべりの推力（せん断応力）とそれに抵抗する摩擦抵抗の原因となるすべり面に垂直な力（垂直応力）を載荷する。

次いで、すべり面の形成とその後の運動を再現するために次の試験を行う。

- 1) 地すべり推力を直接増大させる試験（基本的な試験）、
- 2) 地震力を載荷する試験、
- 3) 降雨によって生じる地下水面上昇に対応する水圧を上昇させる試験、
- 4) 水圧をある程度上昇させてから地震力を載荷する試験、
- 5) 運動する地すべり土塊が下方の斜面あるいは溪床土塊の上に流下する場合、すなわち動的な力を堆積土層に与える試験

今回の研究では、1)、3)、5)を実施した。

図4(b)は、今回の試験に用いた小型の試験機の写真である。左が本体、中央が記録装置、右が制御コンピュータである。この試験機は、科学技術振興機構（JST）と国際協力機構（JICA）の共同実施プログラムである地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）の1プ

プロジェクトとして、クロアチアの3大学との共同研究のために開発した運搬できるタイプの試験機である。最大垂直応力、最大非排水能力は1 MPaであり、海外で使用することを念頭にメンテナンス、特に非排水機能が海外で維持できること、安全かつ確実に使用できること、一機関から他の機関に移動しても調整が不要になるよう設計した試験機である。同じプログラムでベトナムとの共同研究により最大3 MPa（200 m程度の大規模地すべりも対象にした）試験機も開発しているが、広島災害には応力が大きすぎるので、クロアチアタイプのものを使用した。

降雨による地すべり発生メカニズムとその実験

図5（左）は、斜面内部にかかる土の自重によるすべり面にかかる応力（単位面積あたりの力）を示している。

mg は、土の自重であり、 $mg \cdot \cos \theta$ は、すべり面にかかる垂直応力、 $mg \cdot \sin \theta$ は、すべり面にかかるせん断応力（地すべり推力）である。図5（右）は、横軸に垂直応力、縦軸にせん断応力をとった応力図である。この図においてある傾きの直線より上の応力は存在せず、必ずその線上で破壊する限界の線がある。この線を破壊線、その線の角度をその土の強度を示す摩擦角と呼ぶ。当初斜面内の土層にかかる応力は、 $(mg \cdot \cos \theta, mg \cdot \sin \theta)$ で示される傾きが斜面勾配（ θ ）の線上の点（I）にある。I点と原点の間の距離は土の自重（ mg ）に等しい。雨が降って、斜面土層内で地下水面が上昇すると土層に浮力がかかる。図6の右（B）に示すように一部が水につかると物体の重さは、その水圧分のみ軽くなる。この変化は、図5右では、I点から応力が左へ移動することに対応する。そしてその点が破壊線に到達すれば破壊が生じる—すなわち地すべりが発生する。

降雨による地すべりの再現実験は、このプロセスを再現するものである（図11）。しかしながら、地すべり発生運動統合シミュレーションを実施するには、地すべりの運動時に発揮される「定常状態強度」、地すべりが発生するために必要なせん断変位（破壊時のせん断変位：DL）、地すべりのすべり面で発揮される強度が低下して、定常状態になるに必要なせん断変位（DU）のパラメータ、破壊時に発揮される摩擦角・運動時に発揮される摩擦角などの測定がもっとも重要である。これらのパラメータを計測するには、非排水状態でせん断応力を徐々に増大させるせん断応力制御試験が、もっとも便利で確実であることから、プロセスを再現する試験よりも地すべりの動的運動を支配するパラメータ計測実験をより多く行う。

3. 地すべり運動パラメータ計測及び地すべり再現試験の結果

図 7-8 は、八木地区から採取したサンプルの試験結果、図 9-10 は緑井地区から採取したサンプルの試験結果である。図 7, 図 9 は、実施した試験の応力経路, すなわち圧密後、徐々にせん断応力を上昇させた時の応力変化を示している。図 8, 10 は、同じ試験結果を縦軸にせん断応力、横軸のせん断変位をとって、破壊が発生するまでに必要なせん断変位 (DL) と定常運動状態に移行するのに必要なせん断変位 (DU) を決定するために整理したものである。LS-RAPID では、地すべり発生から運動までを統合してシミュレーションするために、地すべり発生 (破壊時) と地すべり運動時との間の応力変化とせん断変位の関係を 2 本の直線で近似して、計算に用いている。

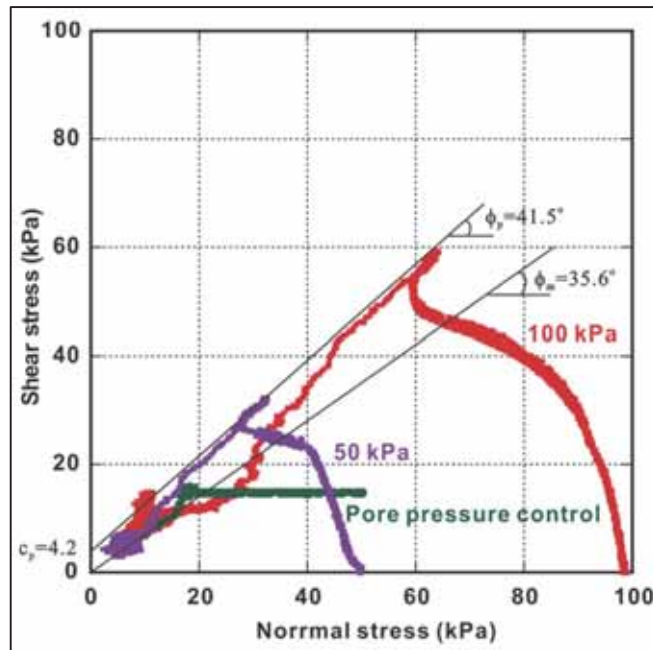


図 7 八木地区のサンプルの地すべり再現試験と地すべり発生運動パラメータの計測実験の結果
 深さ 4m、斜面傾斜 30 度の土塊の応力を載荷し、徐々に水圧を上昇させる実験結果 (緑) と発生運動
 パラメータを測定するために実施した垂直応力載荷後、非排水状態でせん断応力を一定速度で上昇さ
 せて破壊させた実験 (赤と紫)。

Fig 7. Combined stress path on Yagi sample at 50 and 100 kPa

Monotonic shear stress increasing test: Normal stress = 50 kPa, $B_D = 0.95$, $\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec
 Normal stress = 100 kPa, $B_D = 0.91$, $\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec; Pore water pressure increasing test: initial stress ($\sigma_o = 50$ kPa, $\tau_o = 15$ kPa), $B_D = 0.99$, $\Delta u = 0.02$ kPa/sec

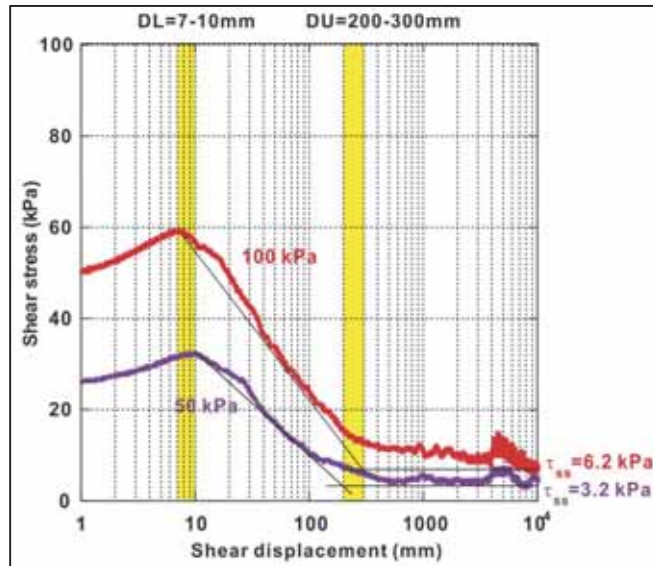


図8 地すべりの運動パラメータの測定結果(図7の実験結果の対数表示)

地すべり発生時のせん断変位 (DL) は、7-10 mm

地すべり土塊が、一定の強度で定常的運動に移行する際のせん断変位 (DU) は、200-300 mm.

LS-RAPID では、対数グラフで直線的に変化するとしてモデル化し、発生から運動まで統合的に解析する式に入れている。

運動時の定常状態強度(τ_{ss}) は 3.2 kPa, 6.2 kPa.

Fig 8. Combined shear displacement and shear resistance path graph on Yagi sample at 50 and 100 kPa. Normal stress = 50 kPa, $B_D = 0.95$, $\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec, $\tau_{ss} = 3.2$ kPa, Normal stress = 100 kPa, $B_D = 0.91$, $\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec, $\tau_{ss} = 6.2$ kPa

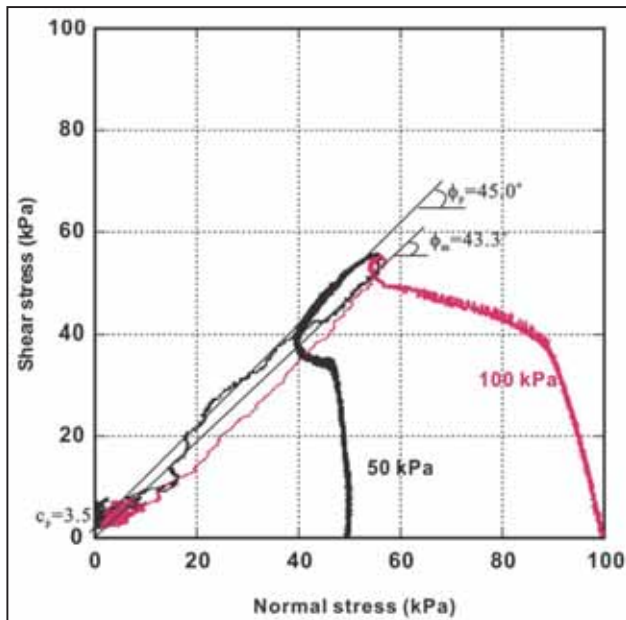


図9 緑井地区のサンプルの地すべり再現試験と地すべり発生運動パラメータの計測実験の結果

この実験では、50 kPa (4 m相当)のサンプルの土層も 8 m 相当 (100 kPa) の圧力で一旦圧密してからせん断応力を載荷した。

Fig 9. Combined stress path graph on Midori sample at 50 and 100 kPa.

Normal stress = 50 kPa, $B_D = 0.92$,

$\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec.

Normal stress = 100 kPa, $B_D = 0.96$,

$\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec

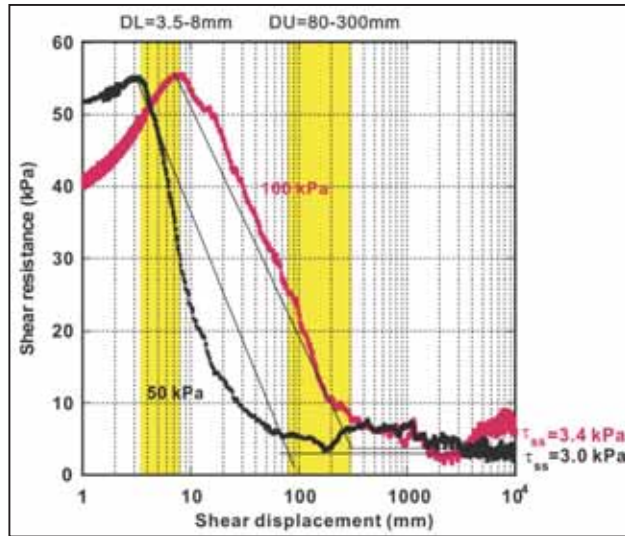


図 10 地すべりの運動パラメータの測定結果 (図 9 の実験結果の対数表示)

地すべり発生時のせん断変位 (DL) は、3.5-8 mm, 地すべり土塊が、定常的運動に移行する際のせん断変位 (DU) は、80-300 mm. 運動時の定常状態強度 (τ_{ss}) は 3.0 kPa, 3.4 kPa である。

Fig 10. Combined shear displacement and shear resistance path graph on Midori sample at 50 and 100 kPa.

Normal stress = 50 kPa, $B_D = 0.92$, $\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec, $\tau_{ss} = 3.0$ kPa

Normal stress = 100 kPa, $B_D = 0.96$, $\Delta\tau = 0.1$ kPa/sec, $\tau_{ss} = 3.4$ kPa

降雨による地すべり発生再現試験

図 11 は、集中豪雨により八木地区源頭部で生じた地すべり発生過程を再現する実験を行ったものである。

最初に斜面土層内の潜在すべり面に作用する垂直応力 (土の自重のすべり面に垂直な成分) を裁荷し、次いで斜面土層内の潜在すべり面に作用するせん断応力を裁荷 (図左の縦方向の黒線) し、降雨前の斜面土層内の応力を再現した。

その後、降雨による水圧上昇を一定速度 (速度は $\Delta u = 0.02$ kPa/sec) で 30 kPa まで上昇させた (図右の青線の前半)。しかしまだ破壊が生じなかったため、200 秒間の間に指令信号を 40 kPa まで上昇されるように変更し、さらに同じ速度で上昇させた。

間隙水圧を上昇させるとすべり面にかかる垂直応力が低下し (図 6 に示すように地すべり土塊に浮力が作用する)、図 11 左に示すごとく応力は左方向に水平に移動し、ピーク強度の破壊線に当たったところで破壊が生じた。ピーク強度の破壊線の角度は、 $\phi_p = 43.8$ 度であった。土層内で破壊が生じるとせん断変位 (Shear displacement, 図 11 右の紫色の線) が急上昇しており、地すべりが発生したことがわかる。すべりの発生と同時にそのすべりゾーンで粒子が破碎し、すべり面における間隙水圧が上昇し、すべりゾーンが液状化する現象、「すべり面液状化」(図 14 で説明) が発生した。

この試験では、試験容器中への水の流入や容器外への流出が可能なので、すべりゾーンでの粒子破碎による急激な過剰間隙水圧発生と、すべりゾーンで発生した水圧が発散する現象が同時平行で生じるが、過剰間隙水圧発生速度が発散速度より大きい間は、すべり面で発揮される抵抗は減少し、すべり面での粒子破碎の進行が少なくなり、間隙水圧発生速度が小さくなると、間隙水圧発散速度の影響が大きくなり、再びすべり面でのせん断抵抗は増大する。

図 1 1 の実験では、すべり面で発揮されるせん断抵抗の減少は、ほぼ地すべりの運動時の破壊線（摩擦角 $\phi_m = 35.6$ 度）に沿って低下している。図 1 1 左の応力経路、右の経時変化のグラフでの最低のせん断抵抗は 3.9 kPa である。非排水状態での定常状態強度 (τ_{ss}) は、間隙水圧の発散の影響があるのでここで得られた 3.9 kPa より小さいはずであるが、事実、図 8 の実験で得られた非排水状態の定常状態強度は 3.2 kPa であり、すこし小さい。

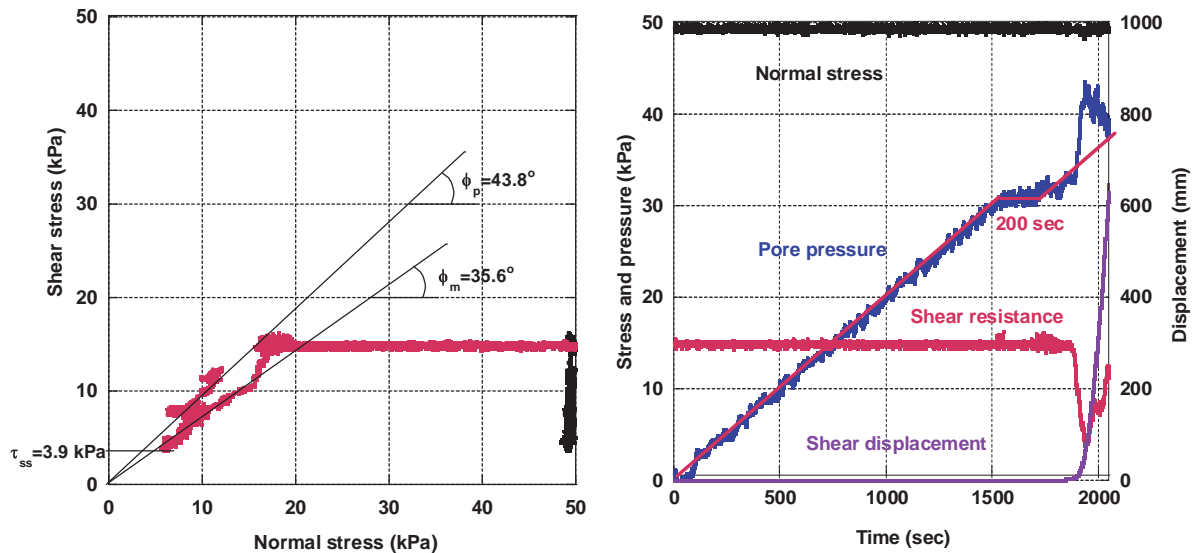


図 1 1 八木地区のサンプルの降雨地すべりの再現試験の結果

Fig 11. Stress path (Left) and time series data (Right) of Pore water pressure control test on Yagi sample: $B_D = 0.99$, initial stress ($\sigma_o = 50 \text{ kPa}$, $\tau_o = 15 \text{ kPa}$), $\Delta u = 0.02 \text{ kPa/sec}$

地すべり土塊が溪床を流下し、溪床の土塊を巻き込む過程の再現試験

八木・緑井両地区の源頭部で発生した地すべり土塊は、溪床へ流入し、その堆積土塊の上に乗る。その場合、溪床土砂に急激な垂直応力とせん断応力が裁荷され、地震力を与えたのと同じく溪床土塊の内部でせん断破壊を発生させる。そして破壊した溪床土塊は、移動してきた地すべり土塊と一体となって、地すべり土量を増大させつつ流下することになる。図 1 2 は、2003 年 7 月に発生した水俣土石流災害 (Debris slide — debris flow 災害) の研究を行った際の模式図である (Sassa et al 2004)。広島災害の場合は、溪床の勾配は発生域に近いところでは 30 度に近く、谷を出た平野部では 10 度以下である。運動土塊の深さは、国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所提供の LP データによれば地すべり発生域で 4 m 、停止後の堆積土砂の最大深度は、 $3.7\text{-}7.4 \text{ m}$ (図 22) なので、 $4\text{-}10 \text{ m}$ 程度と思われる。

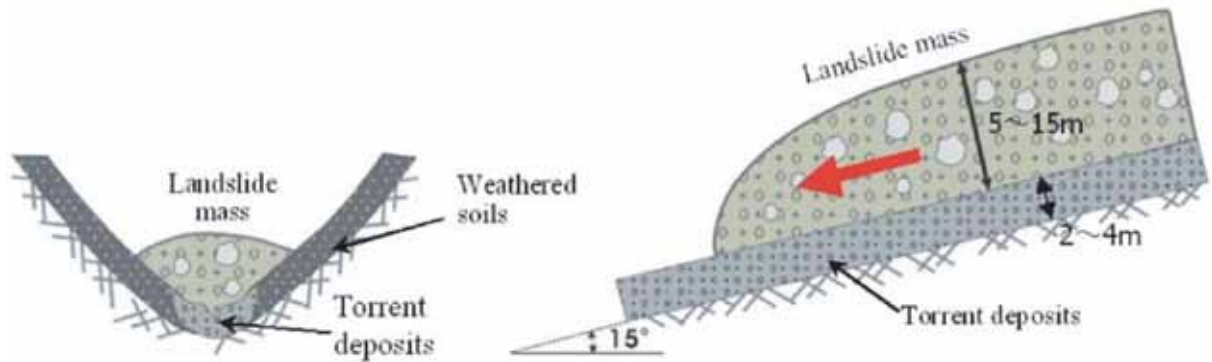


図 1 2 地すべり土塊が、溪床を硫化する場合の模式図

Fig. 12 Illustration of dynamic loading on torrent deposit (Sassa et al., 2004)

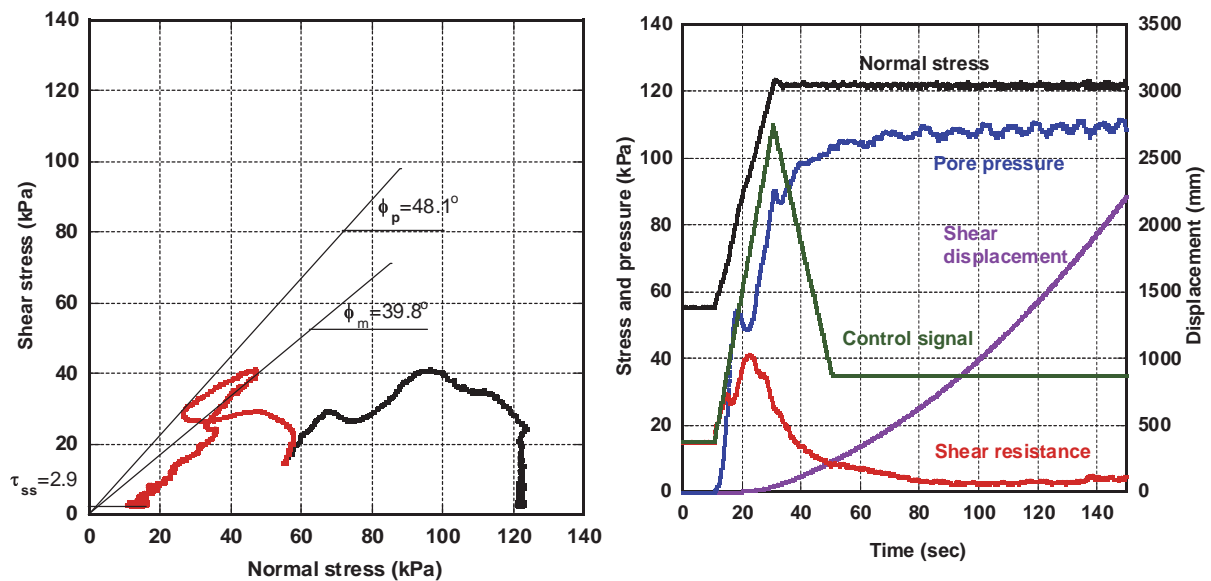


図 1 3 非排水動的裁荷リングせん断試験の結果（緑井のサンプル）

発生した地すべり土塊が、斜面下方の土層あるいは溪床の堆積物の上に乗る、その土塊をえぐり、一体となって土量を増大させつつ流下する場合の再現実験

Fig. 13 Undrained dynamic loading test on Midorri sample

$B_D = 0.92$, initial stress ($\sigma_o = 56$ kPa, $\tau_o = 15$ kPa),

Normal stress after loading = 122 kPa, Shear stress after loading = 35 kPa

Dynamic shear stress loading peak = 110 kPa, Loading time and unloading time 20 sec

垂直応力は、斜面勾配によって変化するので、初期応力も、裁荷応力も同程度の大体の応力を想定して試験を行った。具体的には、初期の垂直応力は、56 kPa、せん断応力は 15 kPa、裁荷後の垂直応力は 122 kPa を与えた。せん断応力は、土塊が到達した瞬間の動的せん断応力裁荷時時の値（確実に剪断破壊が生じる値）110 kPa、動的成分が消失した後の一体として進むときのせん断応力は、35 kPa を指令信号として与えた。

ちなみに溪床勾配 15 度のところに、5 m 運動土塊が来たとする、垂直応力の増大分と静的なせん断応力の増大分は、湿潤単位体積重量は、19 kN/m³ として計算すると、垂直応力は 88 kPa、せん断応力は、24 kPa になるので、図 1 3 に実験は、5 m 以下の深さの堆積層のところに 5 m 以下

り少ない土層厚さの地すべり土塊が来た場合に相当する。せん断応力は、最大 40 kPa で破壊した (指令信号は 110 kPa を与えたが、その 1/3 程度の圧力で破壊した)。破壊時に発揮された摩擦角は粘着力成分を無視して 48.1 度であった。運動時に発揮された摩擦角は、間隙水圧が必ずしもすべて計測されなかったようであり、推定が容易ではないが、この試験結果からは 39.8 度程度だったと推定される。

4. すべり面液状化 (Sliding surface liquefaction) の説明と八木・緑井の試験結果

「すべり面液状化現象」は、1995 年の兵庫県南部地震によって発生し、34 人の死者を出した仁川地すべりの研究で明らかにされたものである (Sassa et al 1996 他)。兵庫県南部地震は 1 月の雨のない次期に発生し、川でないにもかかわらず土石流と同じ程度の流動性をもつ地すべりが発生したことから、その原因について諸説が表明された。佐々他は地すべり再現試験機 (非排水リングせん断試験機) を用いてこの現象を研究し、雨がなくても川でなくても、すべり面が地下水面以下にあり、飽和していれば、地震あるいは地すべりの移動に伴って大きな間隙水圧が発生し、土塊が高速で移動することを実験的に証明し、この現象をすべり面のみの液状化、「すべり面液状化」と名付けた。図 4 を用いてその現象を説明する。

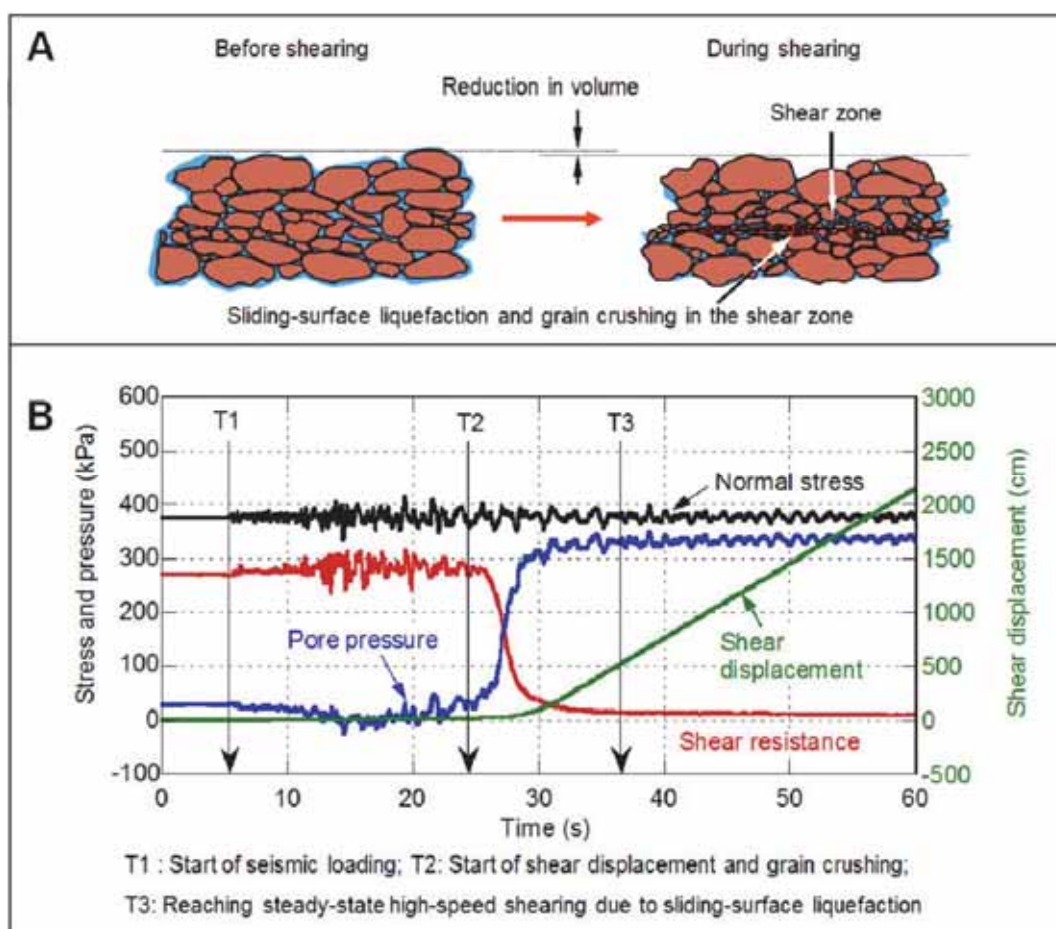


図 1 4 すべり面液状化の模式図と 2006 年のレイテ島地すべりにおける再現実験の結果

Fig.14 Basic concept of sliding surface liquefaction and an example for volcanic debris taken from the 2006 Leyte landslide (Sassa et al. 2010)

図14Aに示すごとく、土層が地震あるいは地すべりの発生によるせん断変位が生じると、すべりゾーンにある土粒子が、石臼ですり潰すように破碎し、土塊の体積が縮小し、土塊が上部土層を支える力を失い、液状化する現象である。すべり面のみが流動化すれば、土砂と水が一体しなくても、スケートやスキーのように物体は高速で移動する。

図14のBは、1000人が亡くなった2006年のレイテ島地すべりから採取したサンプルの試験の結果である。降雨の後に小さな近接地震が発生し、その両方の効果で大規模な地すべりが発生したものである。図14のBのT1時点は地震発生以前の状態、T2はすべりが生じ始めた時点、すなわち粒子破碎による間隙水圧上昇が始まった時点（青色のカーブ）、T3がすでに定常的な運動が生じている時点である。Aでは、T1が左の図の状態、T3が右の図の状態、T2がその中間である。

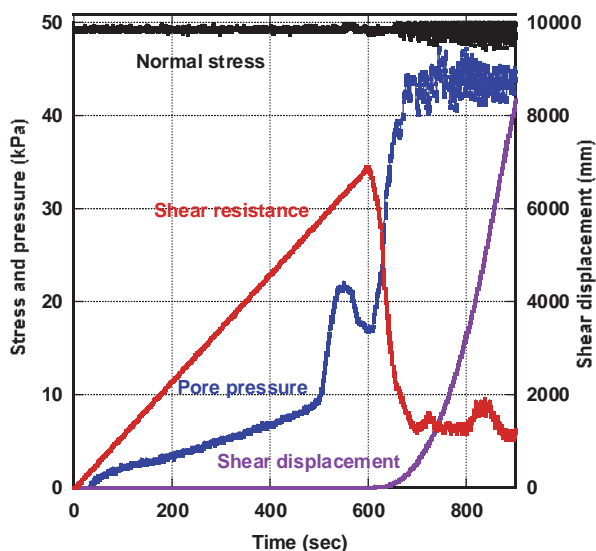


図15 50 kPa 八木 (time series data)
 Fig.15. Time series data of undrained monotonic test on Yagi sample
 Normal stress = 50 kPa, $B_D = 0.95$,
 $\Delta \tau = 0.1$ kPa/sec

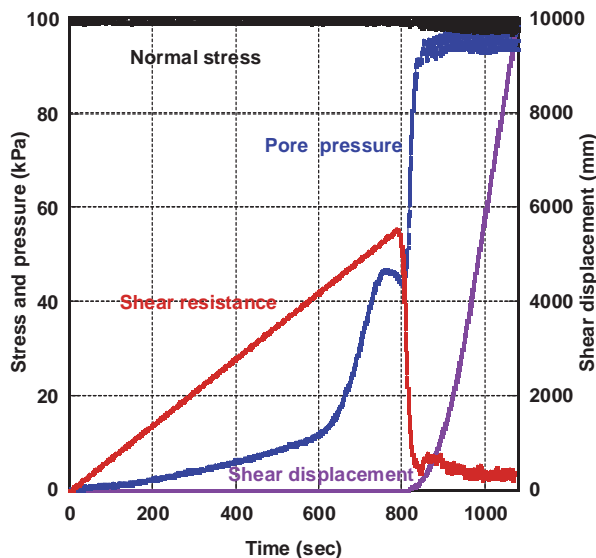


図16 100 kPa 緑井 (time series data)
 Fig.16 Time series data of undrained monotonic test on Midori sample
 Normal stress = 100 kPa, $B_D = 0.96$,
 $\Delta \tau = 0.1$ kPa/sec

図15, 16に八木と緑井の試験結果を示したが、いずれもせん断変位の増大と共に大きく間隙水圧が上昇し、せん断抵抗力が、急激に低下し、高速流動が始まる状態を示している。すなわち八木、緑井両地区の地すべりでは、地すべり発生後、ただちにすべり面液状化が発生し、高速流動に移行したと推定される。

5. 地すべり発生運動統合シミュレーション (LS-RAPID)

図 17 は、地すべり発生運動統合シミュレーション LS-RAPID の概念図である。斜面土層・地すべり土塊の中に柱状要素を考え、この柱状要素にかかる全ての力（土の自重、地下水の水圧、地震力、底面にかかるせん断抵抗力、柱状要素の側面にかかる水平応力）を考え、その合力が質量 (m) の柱状要素を加速・減速すると考えるものである (Sassa et al 2010)。

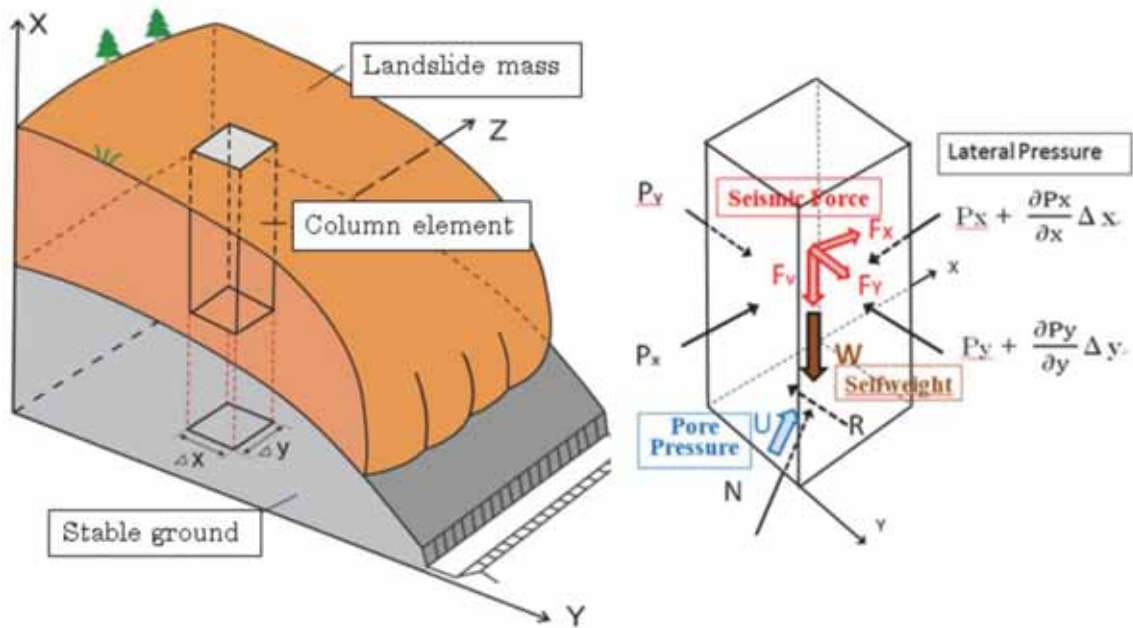


図 17 LS-RAPID の概念

Fig.17 Basic concept of LS-RAPID

降雨記録を用いた間隙水圧の計算

降雨による地すべりをシミュレーションするには、降雨から地すべりを引き起こす間隙水圧（図 6）を計算する必要がある。この計算には Montarasio L & Valentino R (2008)の研究に基づいて、Liao & Hong et al (2010) が提案した SLIDE モデルを用いた

図 18 が SLIDE モデルの概念図である。斜面上部から降雨が浸透し、不透水層（岩盤など安定な基盤層）の上に飽和した層が形成され、そこを地下水が側方流動する。上部からの降雨浸透が、地下水の側方流動よりも大きいときは、地下水位（すなわち間隙水圧）が上昇し、逆に上部からの降雨浸透が、地下水の側方流動よりも小さくなれば、地下水位（すなわち間隙水圧）が低下する。

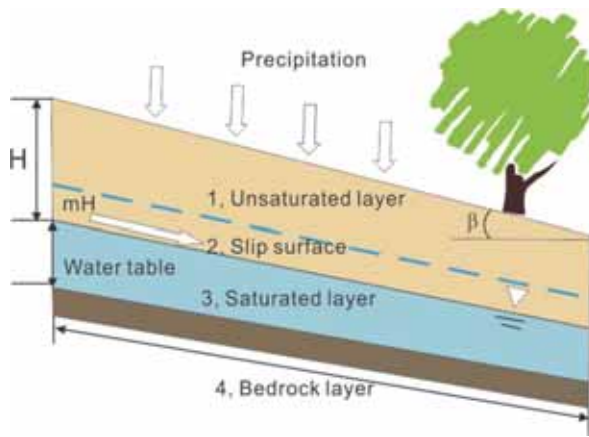


図18 降雨浸透-地下水圧発生モデル (SLIDE) の概念図

Fig.18 Schematic illustrating the water infiltration the infinite slope (from Liao et al 2010)

Liao et al 2010 によると間隙水圧上昇(ΔU)は、 H を土層厚さ、 mH を地下水層の厚さ、 β を斜面勾配、 γ_n を水の単位体積重量として、(1)式で表される。

$$\Delta U = m.H.\gamma_n.\cos^2 \beta \quad (1)$$

そして、地下水層と土層圧の比 (m) の変化は、10分間雨量毎に(2)式で計算される。

(2)式で、 I_t は雨量強度すなわち10分間雨量、 Δt は、単位時間(この場合は10分間)、 S_r は土層の飽和度、 n は空隙率、 K_t は、現場斜面での透水に関する種々の影響を総合して得られる平均的な透水係数、 O_t は、地下水流動層を流れる水の流出量である。

$$\begin{cases} m_1 = 0 \\ O_t = K_t * \sin \beta * m_t * H * \cos \beta * \Delta t \\ \Delta m_t = \frac{(I_t - O_t)}{n * H(1 - S_r)} \\ m_{t+1} = m_t + \Delta m_t \end{cases} \quad (2)$$

図19は、2014年8月19日20時30分からの「三入」観測点での10分間雨量と、(1)(2)式を用いて計算される間隙水圧の値である。この計算に用いた定数の値は、表1に示した。

用いた数字は、土層の平均的な透水係数を0.001 m/s (砂の透水係数の平均的なオーダーの 10^{-3} m/s)、飽和度は、地すべり発生が問題となる時点ではかなり高いと考えて0.82、土層の厚さは4 m、斜面勾配は30度、空隙率は、図3-2の試験をもとに0.44と推定して入れた。

SLIDEモデルは、種々単純化しているが、斜面土層内の飽和流動層の形成メカニズムに基づいて雨量から水圧を計算している。

単純化の一つは、降雨の表面流出、樹冠での遮断の項を無視していること、降雨が地表に達してからの不飽和浸透の過程を無視していることである。したがって裸地のように表面流出が極めて多い場合は、降雨の降り始めの不飽和浸透の段階の推定には適していない。しかし、森林で覆われている斜面ですでに降雨が始まってから一定時間が経過し、地すべりが発生するかもしれないが問題になる段階では、初期の不飽和浸透による水位上昇の遅れは、あまり問題ではないようにも思える。

図 19 に示す間隙水圧の最大値は、21.5 kPa である。30度の斜面上の4mの土層のすべり面にかかる垂直応力は、図 3-2 より、ほぼ飽和した地すべり発生域の土層の単位体積重量を 18.5 (KN/m³) とすると、

$$18.5 \text{ (KN/m}^3\text{)} \times \cos^2 30 \times 4 \text{ (m)} = 55.5 \text{ kPa,}$$

間隙圧比の最大値は この両者の比の (21.5/55.5 =) 0.39 である。

図 19 の間隙水圧を 55.5 で除したものを LS-RAPID に誘因として入力した。

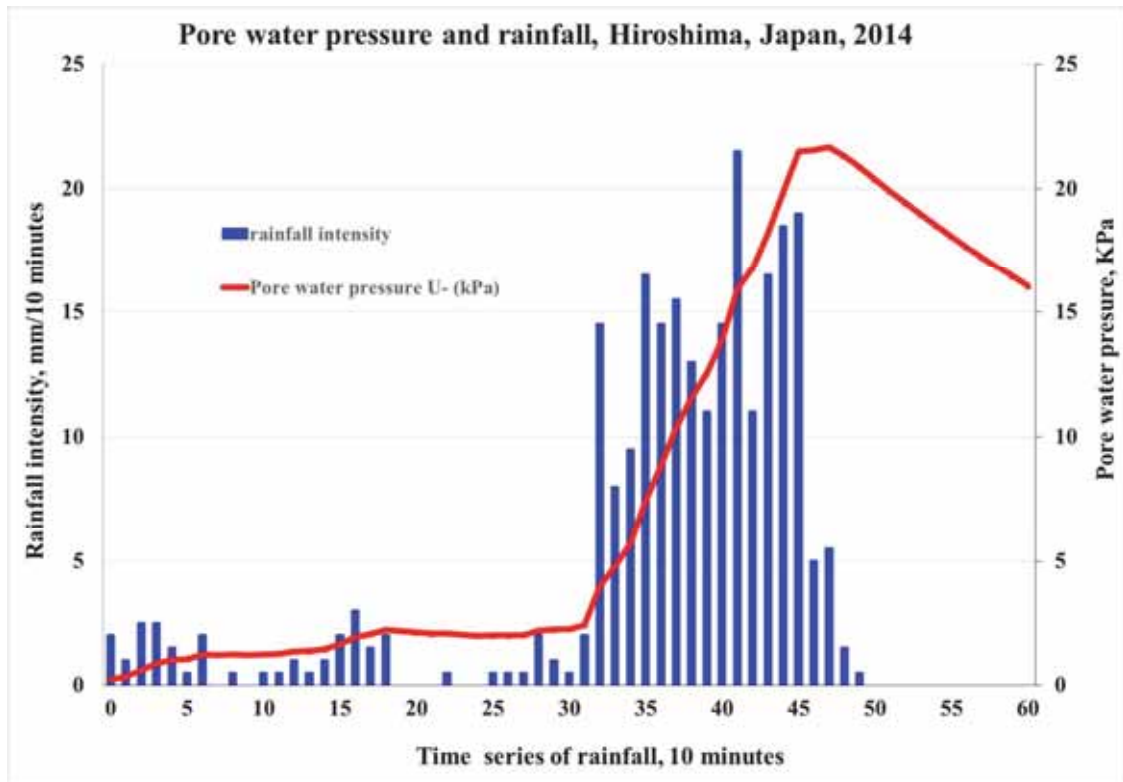


図 19 広島県「三入」の気象庁降雨観測結果（2014年8月19日20時30分から10分毎の記録）と SLIDE モデルを用いて計算した間隙水圧

Fig.19 Pore pressure calculation by the SLIDE model (Liao et al 2010) from the rainfall record monitored at the Miiri JMA station for each 10 minute from 8:30 PM on 19 August 2014

表1 LS-RAPID の計算に用いた数値表

Table 1 Parameters used in LS-RAPID simulation

Parameters	Value	Source
Parameters of soils in the Yagi area		
Steady state shear resistance (τ_{ss} , kPa)	3.2/2.9	Test data
Lateral pressure ratio ($k=\sigma_h/\sigma_v$)	0.5-0.95	Estimation
Friction angle at peak (ϕ_p , degree)	44.0	Test data
Cohesion at peak (c, kPa)	0.5-1.0	Test data
Friction angle during motion (ϕ_m , degree)	37.5	Test data
Shear displacement at the start of strength reduction (DL, mm)	5	Test data
Shear displacement at the start of steady state (DU, mm)	200	Test data
Pore pressure generation rate (Bss)	0.2-0.95	Estimated
Total unit weight of the mass (γ_t , kN/m ³)	18	Test data
Specific gravity (Gs, g/cm ³)	2.64	Test data
Porosity (n)	0.44	Test data
Degree of saturation (S_r , %)	0.82	Estimated
Permeability (K_t , m/s)	0.001	Estimated
Parameters of soils in the Midorii area		
Steady state shear resistance (τ_{ss} , kPa)	3.0	Test data
Lateral pressure ratio ($k=\sigma_h/\sigma_v$)	0.2-0.95	Estimation
Friction angle at peak (ϕ_p , %)	36.0-44.0	Test data
Cohesion at peak (c, kPa)	0.5-1.0	Test data
Friction angle during motion (ϕ_m , degree)	37.5	Test data
Shear displacement at the start of strength reduction (DL, mm)	5	Test data
Shear displacement at the start of steady state (DU, mm)	200	Test data
Pore pressure generation rate (Bss)	0.2-0.95	Estimated
Total unit weight of the mass (γ_t , kN/m ³)	18	Test data
Specific gravity (Gs, g/cm ³)	2.68	Test data
Porosity (n)	0.44	Test data
Degree of saturation (S_r , %)	0.82	Estimated
Permeability (K_t , m/s)	0.001	Estimated
Triggering factor		
Excess pore pressure ratio in the fractured zone (r_u)	0.03-0.4	Calculated from SLIDE model
Other parameters		
Slope angle (θ , degree)	30	Investigated
Landslide depth (H, m)	4	Investigated
Unit weight of water (γ_w , N/m ³)	9.8	Normal value
Rainfall intensity (I_t , mm/10 min)	0-21.5	Monitoring

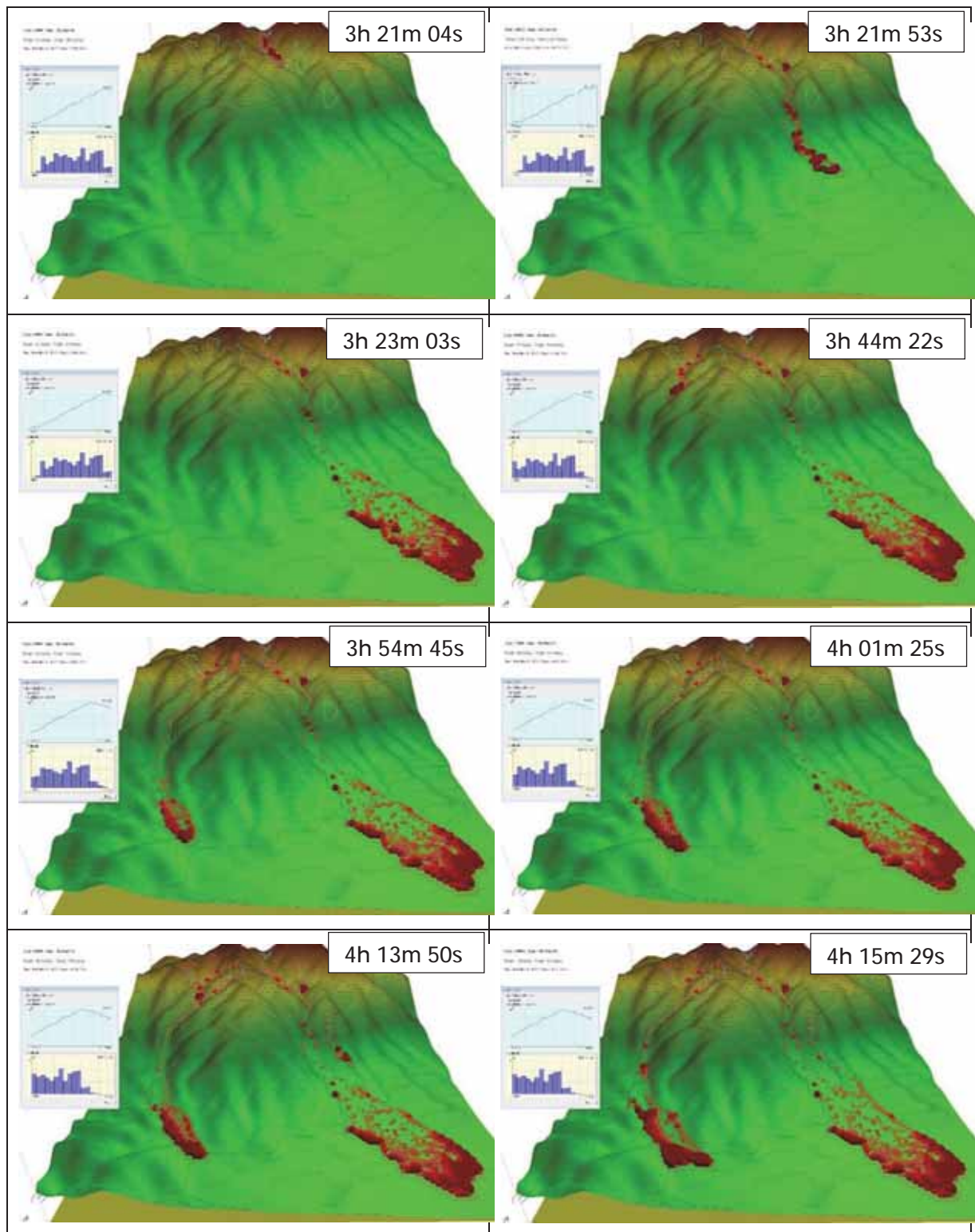


図 20 LS-RAPID によるシミュレーションの結果の連続写真

Fig.20 Simulation result of Hiroshima landslide using LS-RAPID

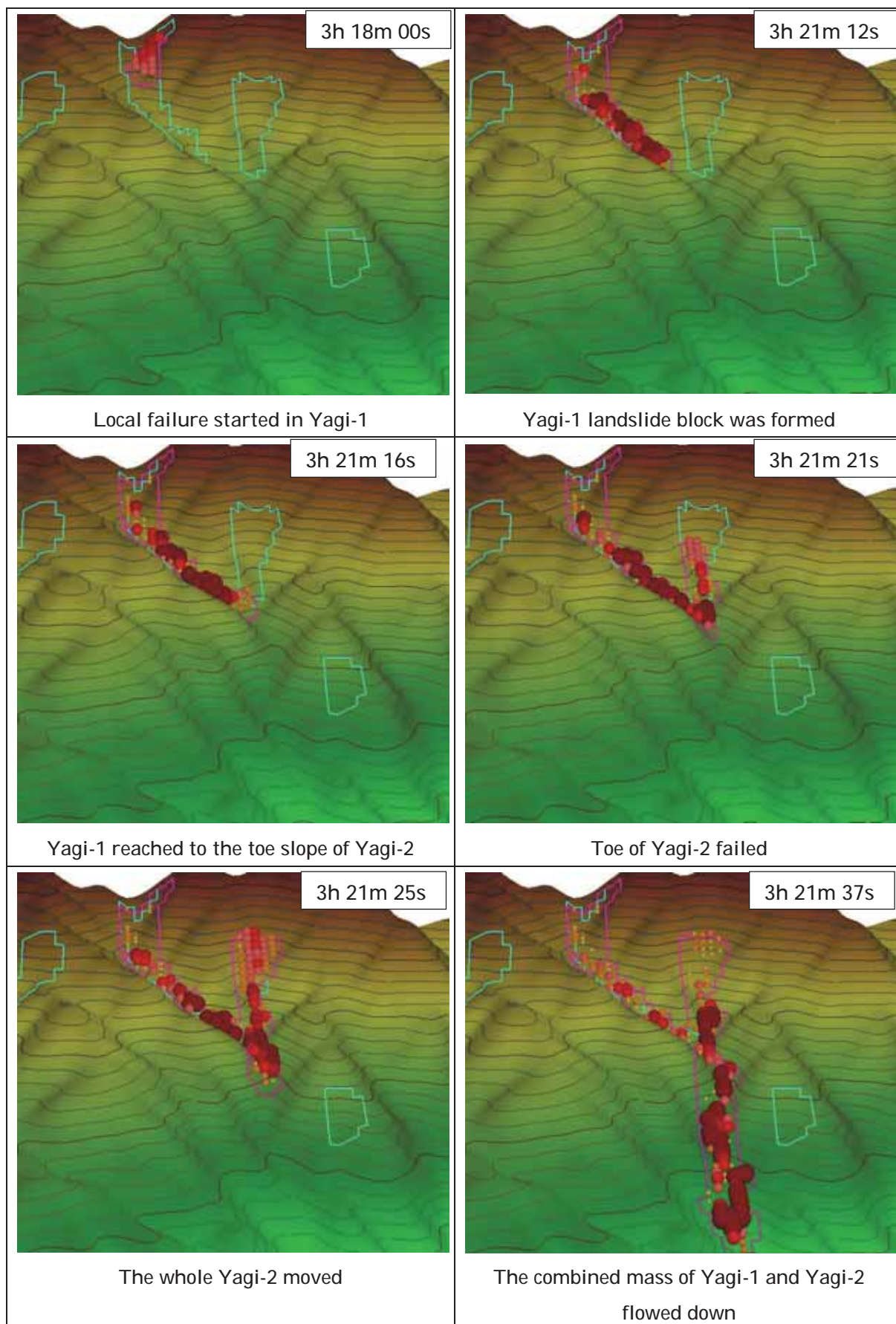


図 21 LS-RAPID によるシミュレーションによる八木-1、八木-2 地すべりの発達過程の連続写真

Fig.21 Landslide development process in Yagi-1 and Yagi-2 using LS-RAPID

表1は、LS-RAPIDを八木、緑井の両地区の地すべりの発生・運動過程のシミュレーションに用いたパラメータの値である。図20、図21はその結果の連続写真である。

図20は、八木・緑井の地すべりの発生運動過程のシミュレーション結果から8枚の画像を切り出したものである。八木、緑井の各々3カ所の地すべり発生域には、八木-1、-2、-3、緑井-1、-2、-3と名付けた（図22参照）。

- 1) 8月20日3時21分04秒の写真では八木地区の一番標高の高い地すべり（八木-1）が発生している。
- 2) 8月20日3時21分53秒の写真では、八木地区中央の地すべり（八木-2）の地すべりと八木-1の地すべりが合流して硫化している。
- 3) 3時23分03秒の写真では、合体した地すべり土塊が住宅地に流入している。
- 4) 3時44分22秒の写真では、緑井地区の中央（緑井-2）が移動を始めている。
- 5) 3時54分45秒の写真では、緑井地区の他の一つの地すべり（緑井-3）が移動を始めている。
- 6) 4時01分25秒の写真では、緑井地区の他の二つの地すべり（緑井-2、-3）が、合体して、住宅地へ流入してきている。
- 7) 4時13分50秒の写真では、最後に残った緑井-3および八木-3が移動し始めている。
- 8) 4時15分29秒の写真では、全ての土塊が停止している。

図21は、最大の災害を引き起こした八木-1、八木-2の発生過程を詳細に見たものである。

- 1) 8月20日3時18分00秒に八木-1の地すべりの上部で局所的破壊が生じ始めた。
- 2) 8月20日3時21分02秒には、その局所的破壊が拡大し（進行性破壊）、地すべり土塊が形成され、それが下方へ移動を始めている。
- 3) 3時21分16秒には、運動土塊が八木-2の斜面の末端に到達した。
- 4) 3時21分21秒には、斜面の末端を削られた八木-2の斜面の下部で小規模な地すべりが発生した。
- 5) 3時21分25秒には、末端の地すべりが上部へ拡大する後退性地すべりが発生し、ほぼ全域が滑落し始めている。
- 6) 3時21分37秒には、八木-1、八木-2の地すべり土塊が合体し、下流へ流下しているのがわかる。

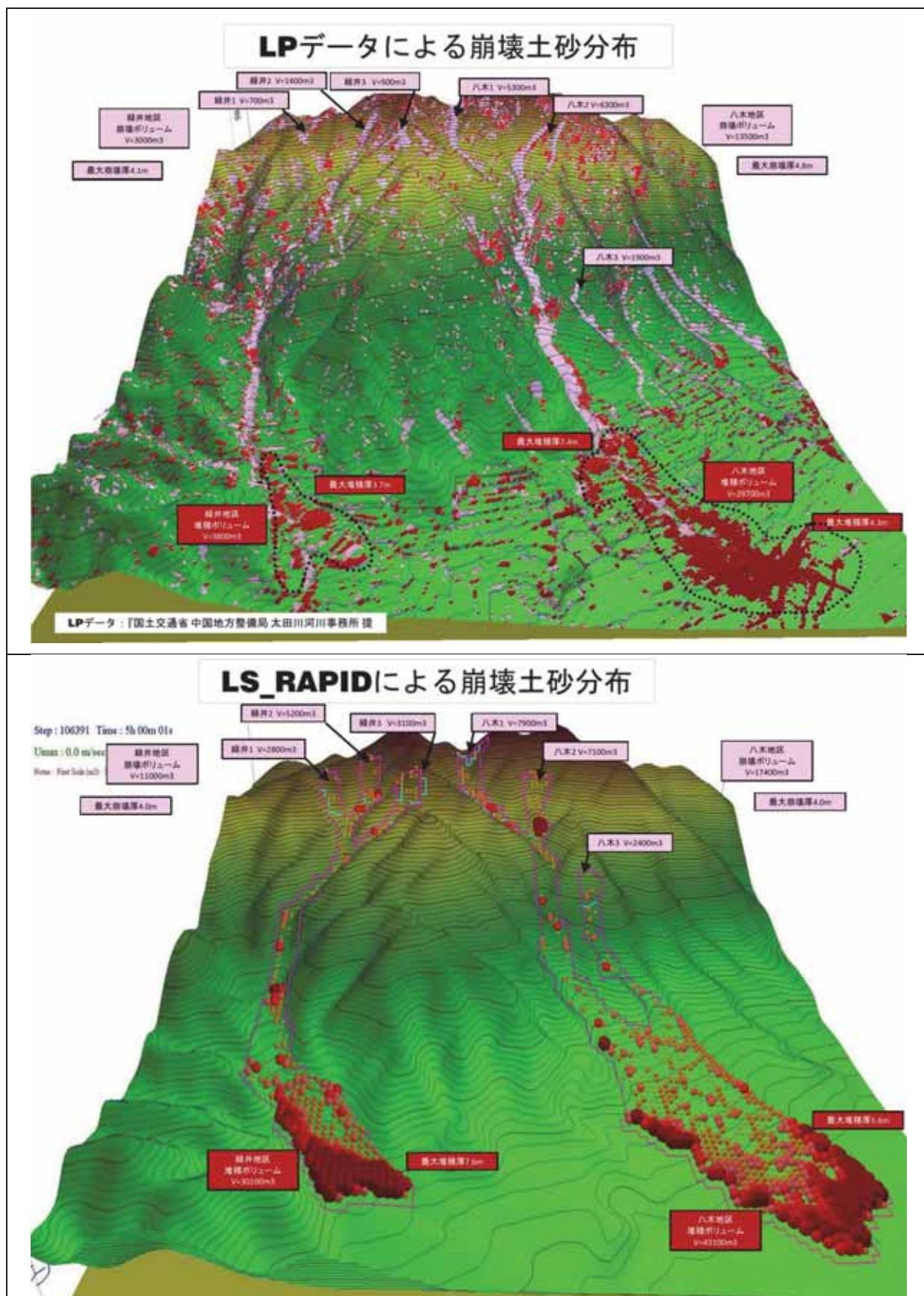


図 22 航空レーザー測量データ（LP データ：国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所提供）の解析と LS-RAPID 解析による地すべり土量分布の比較

Fig. 22 Landslide soil distribution by the comparison between the LP-Data (Air-bone Laser Profiler: LIDAR) provided by MLIT and LS-RAPID simulation.

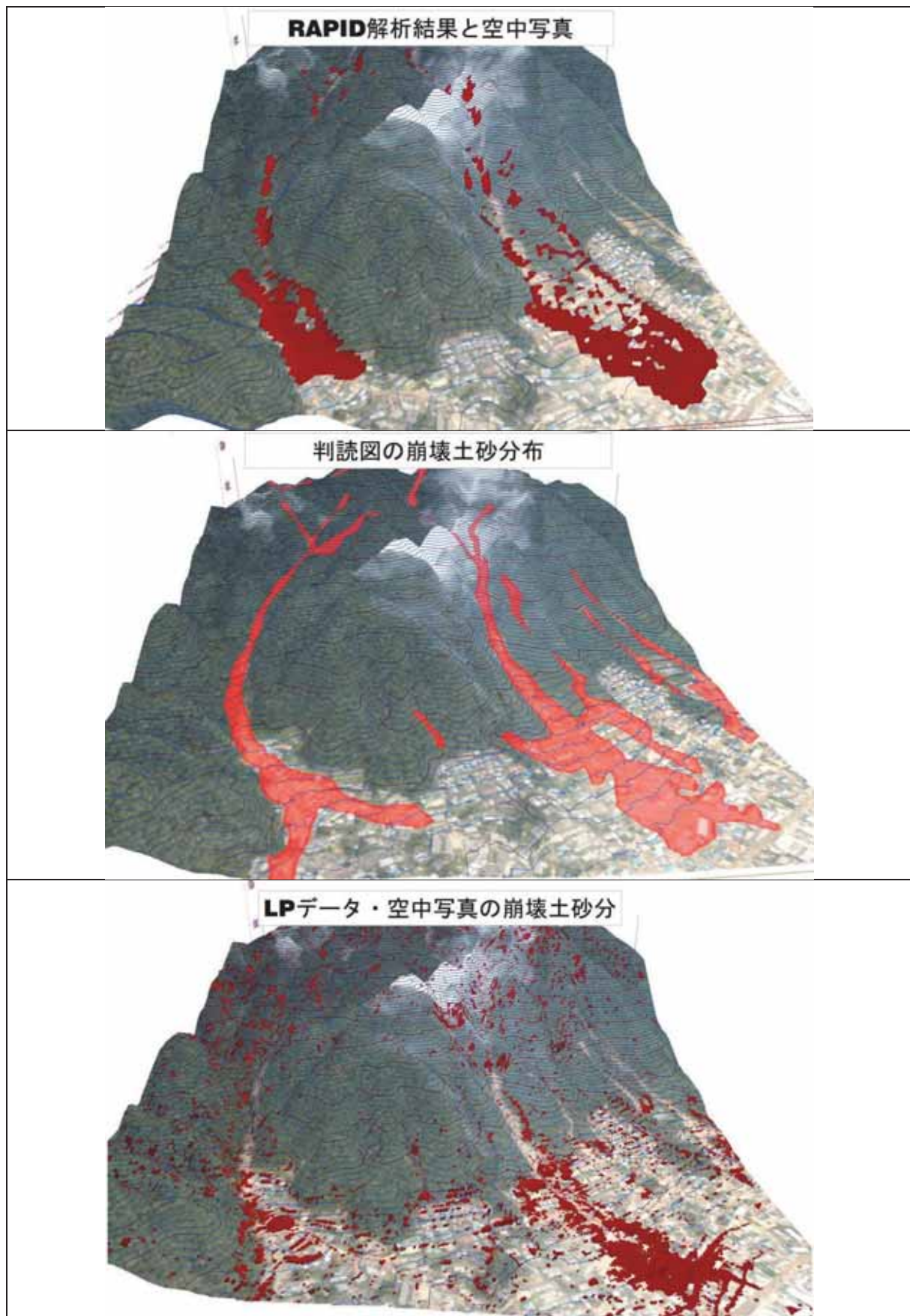


図 23 LS-RAPID シミュレーション (上), 国土地理院による空中写真判読図 (中)、国土交通省提供の LP データ解析結果 (下) を空中斜め写真に貼り込んだもの

Fig.23 3D view comparison of landslide deposits by LS-RAPID, Airphoto interpretation by GSI and LP data analysis

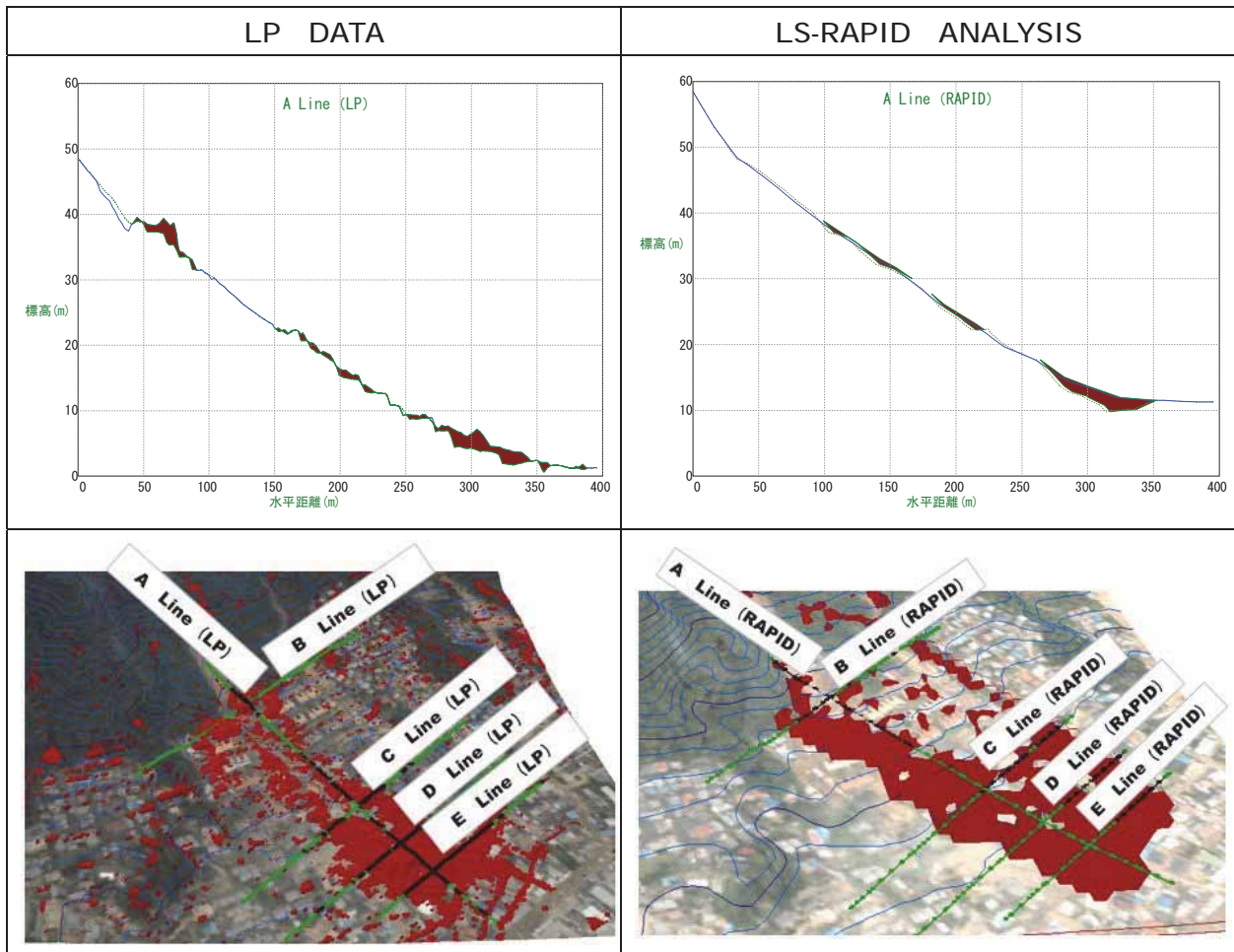


図 24-1 八木地区の地すべり堆積物の縦横断面の LS-RAPID と航空レーダー測定の比較（縦断）

Fig.24-1 Comparison of the longitudinal central section (A line) by LP-Data and by LS-RAPID analysis, and location of sections

図 22-24 における国土交通省が中部地方整備局太田川河川事務所提供の災害発生前の LP データ（平成 21 年作成）と災害発生後の LP データ（2014 年 8 月 25 日撮影の速報値）の差を用いて、地すべり発生による土砂の削剥、堆積土量の算定、堆積土砂の断面図作成を佐藤が担当し作成した。

図 22 の LP データによるものと LS-RAPID によるものの二つの図を比べると、緑井の分布と土砂量が異なるが、八木の土砂分布範囲と堆積土量 ($29,700 \text{ m}^3$ と $43,100 \text{ m}^3$) は、ほぼ同じである。図 23 は、地すべり土塊の運動範囲、すなわち災害発生地域の広がり精度を調べるために、LS-RAPID シミュレーションの結果と LP データと国土地理院が WEB で公表している空中写真判読図の 3 つを比較したものである。八木地区については、3 つともほぼ近い。国土地理院の判読図では、緑井の先端が、2 本に分かれてかなり伸びているが、これは二次的に発生した泥流・土砂流（水による土砂の流動）によるものではないかと推定される。

図 24-1, 図 24-2 に LP データより得られた堆積土砂の分布と LS-RAPID によって得られた堆積土砂の分布を比較したものである。LS-RAPID では、国土地理院の 5 m メッシュの地形図を LS-RAPID での計算時間を短くするために 10 m メッシュにして計算しているため、断面図も粗い

が、土砂の堆積深度と分布は LP データのものとほぼ合致している。

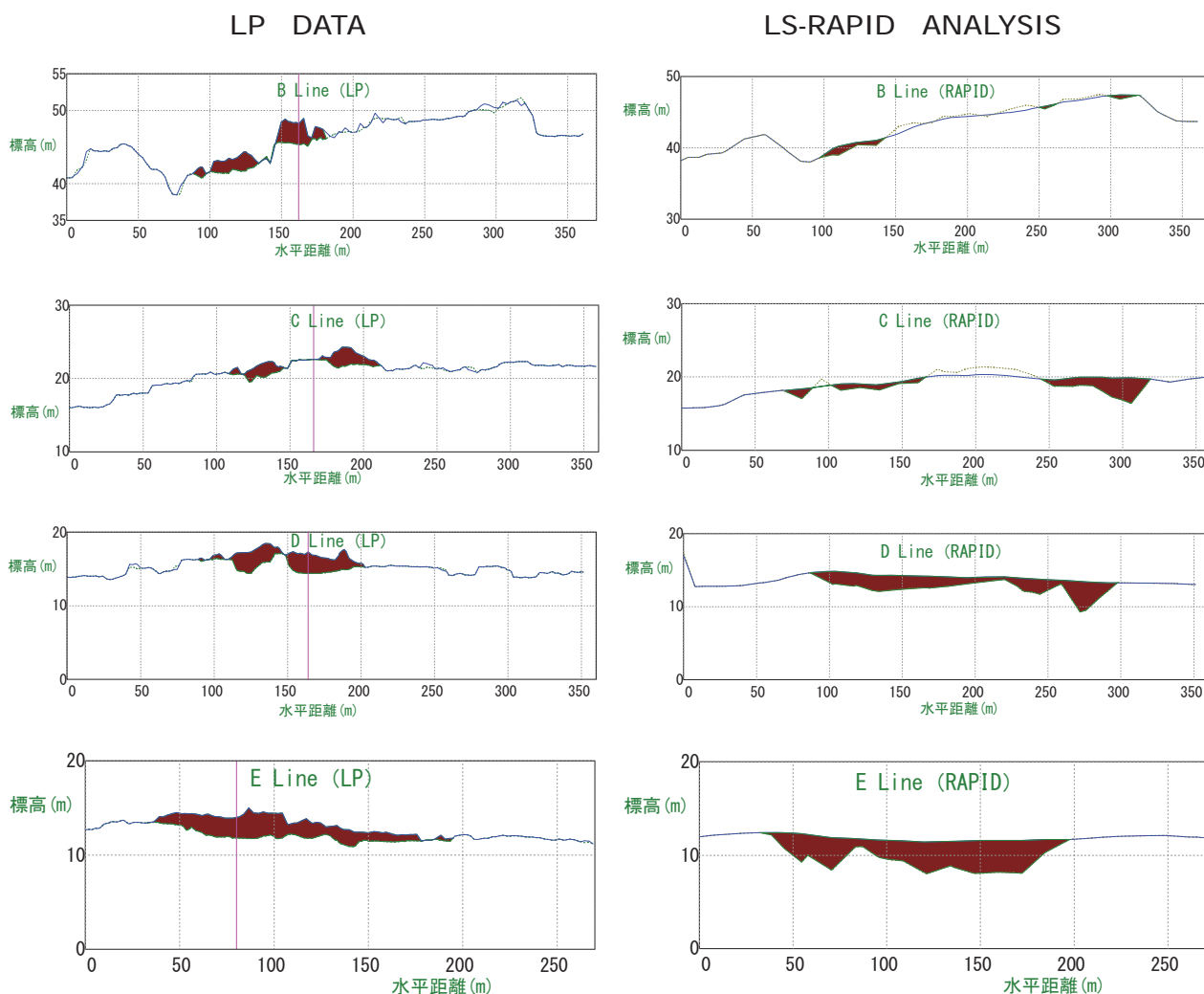


図 24-2 八木地区の地すべり堆積物の縦横断面の LS-RAPID と航空レーダー測定の比較 (横断)
 Fig.24-1 Comparison of cross-sections (B, C, D, E lines) by LP-Data and by LS-RAPID analysis

最後に数点の情報を加える。

1. 計算に主として用いたパソコンは、Intel Core i7, 1.80 GHz, RAM:8.00 GB) である。用いた地形図は国土地理院の 5m メッシュの数値地形であるが、計算時間を早くするために 10 m メッシュにして入力した。LS-RAPID の計算時間は、等高線をいれて表示するかどうか、どれだけのピッチで表示するかによって多少変わるが、10 m メッシュの等高線を入れかつ 200 ピッチ毎に表示する計算で、降雨開始時から地すべり運動停止時までの一回の計算に要する時間は、6 分 21 秒であった。
2. クロアチアでは、イストリア半島の Buzet 市周辺や日本—クロアチア共同研究の対象であった Grohovo 地すべりを含むレチナ川流域など、5 km 四方程度の広い範囲に対して、地質、土質定数、不安定土塊の深度を入力して、災害発生地域の予測図の作成に適用している。範囲が広いだけに一回の計算に 1 時間程度かけているとのことである (Jovančević S,他 2013)。
3. 今回の研究では発生場所は国土地理院の作成した判読図を用いて、地すべり土塊の発生・運動過程をシミュレーションしたが、クロアチアでの適用例は、参考に値する。パネル討論では、

Arbanas 教授が短時間の紹介を行う予定である。

6. あとがき

(独法) 科学技術振興機構の科学技術外交の展開に資する国際政策対話の促進事業の支援を得て、来年3月に仙台で開催される第三回国連防災世界会議の際に、国際斜面災害研究機構は国内外の支援機関とともに post-2015 国連防災枠組みの一環として、斜面災害危険度軽減研究の世界的なパートナーシップを推進するための会議を来年3月に開催する計画であり、その準備会合と ICL の企画委員会を兼ねた会議を10月7-9日に京都で開催する計画であった。しかし、8月20日に広島土砂災害が発生したことから、3日間の会議の内、半日を広島災害の報告とパネル討論にあてることにして、国際フォーラム「都市化と土砂災害」を急遽開催することにした。そのためも限られた時間内で共催機関、講演者、共同研究者に多大のご協力をお願いした。

本研究の実施に当たっては、

- 1) 広島災害が発生してから、これまで地震の地すべりを主たる対象として開発していた LS-RAPID に地震記録の代わりに降雨記録を入力するように改造し、またこれまで単一の地すべりにしか適用してこなかったソフトを複数の地すべりを含むあるエリアに適用できるように改造した。
- 2) 降雨記録に対応した間隙圧比を LS-RAPID に入力するために、降雨から水圧への変換モデルを検討し、SLIDE モデルを使うことにした。
- 3) 実験は、京都大学吉田キャンパス内の実験室に於いて、京都大学—国際斜面災害研究機構の共同研究の一環として実施した。
- 4) 使用した試験機は、国際斜面災害研究機構が、地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) プログラムを得て平成22年から平成25年に開発した二つの試験機 ICL-1 (1 MPa), ICL-2 (3 MPa)の内、より小さな応力の ICL-1 である。
- 5) 本研究の共著者は、地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) プログラムの「ベトナムにおける幹線交通網沿いの斜面災害危険度評価技術の開発」の共同研究者および留学生である。

本研究の実施に際してご協力を賜りました京都大学、国土交通省、(独法) 科学技術振興機構、地すべり源頭部からのサンプル採取に協力していただいた中国新聞社等の関係各位に感謝いたします。

引用文献

- Jovančević S, Nagai O, Sassa K, Arbanas Z (2013) Deterministic landslide susceptibility analyses using LS-Rapid software. The First Regional Symposium on Landslides in Adrian-Balkan Region (印刷中)
- Liao Z, Hong Y, Wang J, Fukuoka H, Sassa K, Karnawati D, Fathani F (2010) Prototyping an experimental early warning system for rainfall-induced landslides in Indonesia using satellite remote sensing and geospatial datasets. Landslides, Vol.7, No.3, pp. 317-324.
- Liao Z, Hong Y, Kirschbaum D, Liu C (2012) Assessment of shallow landslides from Hurricane Mitch in

- central America using a physically based model. *Environ Earth Sciences*. 55:1697-1705.
- Montarasio L & Valentino R (2008) A model for triggering mechanisms of shallow landslides. *Natural Hazards and Earth Sciences*, 8:1149-1159.
- Sassa K, Fukuoka H, Scarascia-Mugnozza (1996) Earthquake-induced-landslides: Distribution, Motion and Mechanism. Special issue of *Soils and Foundation*, Japanese Geotechnical Society, pp. 53-64.
- Sassa K, Fukuoka H, Wang G, Ishikawa N (2004) Undrained dynamic-loading ring-shear apparatus and its application to landslide dynamics. *Landslides*, Vol.1, No.1, 7-19.
- Sassa K, Nagai O, Solidum R, Yamazaki Y, Ohta H (2010) An integrated model simulating the initiation and motion of earthquake and rain induced rapid landslides and its application to the 2006 Leyte landslide. *Landslides* 7(3):219–236
- Sassa K, Nagai O, He B, Gradiski K (2013) PDF-tool 3.081-1.2 manual for the LS-RAPID software. ICL landslide teaching tools, p 363, 43 pages (pdf) in the attached CD
- Sassa K, Dang K, He B, Takara K, Inoue K, Nagai O (2014) Development of a new high-stress undrained ring shear apparatus and its application to the 1792 Unzen-Mayuyama megaslides in Japan. *Landslide*. Vol.11, No.5 (2014年10月号掲載予定)
- Sassa K, He B, Dang K, Nagai O and Takara K (2014) Plenary: progress in Landslide Dynamics. *Landslide Science for a Safer Geoenvironment* (Sassa, Canuti, Yin, eds), Vol.1, pp.37-67.

国際斜面災害研究機構(ICL)の概要、組織、会員、事務局

概 要

- ICL は、社会と環境に資する斜面災害研究と人材育成を促進するために設立された国際非政府非営利学術機関です。2002年1月に京都で設立され、同年8月にその本部事務局が京都府にNPOとして登録されました。
- ICL は、2003年3月に国連教育科学研究機関(UNESCO)と京都大学の間で、UNITWIN(大学間協力ネットワーク)プログラムの一つとして「社会と環境に資する斜面災害危険度軽減のための共同計画」に調印しました。2010年11月に「社会と環境に資する斜面災害・水関連災害リスク管理のための共同計画」に対象を拡大いたしました。
- 2004年4月にICLの機関誌であるフルカラーの英文国際ジャーナル「*Landslides: Journal of International Consortium on Landslides*」を創刊しました。現在、このICL公式ジャーナル *Landslides* は、年6回発行、1号200頁、年間1200頁が、独・スプリングァー社から出版され配布されています。2013年のインパクトファクターは、2.814です。
- ICL は、2006年11月に国連大学本部(東京)での会議で2006年東京行動計画を採択し、国際斜面災害研究計画(International Programme on Landslides: IPL)を設立し、同年中に5つの国連機関と二つの科学及び工学に関する世界組織とその推進のための覚書を交わしました。これらがICL支援機関です。
- ICL は、2007年4月にUNESCOと共同行動をとれる非政府機関として認定され、2012年3月に諮問資格を持つ非政府機関として認定されました。
- ICL は、国連防災戦略において、斜面災害に関する地球規模のプラットフォームに認定され、また3年に一度(2008, 2011, 2014)開催してきた斜面防災世界フォーラムは、post-2015年国連防災枠組みにつながる会議として、5回国際災害とリスク会議(5th International Disaster and Risk Conference, 2014年8月、ダボス)においてpost-2015国連防災枠組み構築に向けた会議として、その活動を紹介するパネル講演を行った(本講演集に記載)。
- ICL は、2007年3月に文部科学省より科学研究費を受けることのできる科学機関に認定され、独立行政法人科学技術振興機構および独立行政法人日本学術振興会等の推進するプログラムに応募し、本会議の経費を含む活動費を得ています。
- ICL には、34カ国・地域からの59機関が会員機関として加盟し、日本の12の賛助会員から財政的支援を得て活動しています。

組 織

President : Paolo Canuti イタリア国フローレンス大学名誉教授

Vice Presidents: 寶 馨 京都大学防災研究所教授

Yueping Yin 国土資源部地質災害防止委員会・委員長

Claudio Margottini イタリア国地質調査所上席研究員

Irasema Alcantara-Ayara メキシコ自治大学教授

Executive Director: 佐々恭二 京都大学名誉教授

ICL 支援機関

国連教育科学文化機関

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)

世界気象機関

World Meteorological Organization (WMO)

国連食糧農業機関

Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO)

国連国際防災戦略事務局

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UN/ISDR)

国際連合大学

United Nations University (UNU)

国際科学会議

International Council for Science (ICSU)

国際工学団体連盟

World Federation of Engineering Organizations (WFEO)

国際地質学連合

International Union of Geological Sciences (IUGS)

日本政府(Government of Japan)

内閣府

Cabinet Office,

文部科学省

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT)

ICL 会員機関

	国名	機関名
1	アルバニア	アルバニア地質調査所 Albanian Geological Survey
2	ボスニアヘルツェゴビナ	ボスニアヘルツェゴビナ地盤工学会 The Geotechnical Society of Bosnia and Herzegovina
3	ブラジル	ブラジル国パラナ大学防災科学センター CENACID – UFPR (Centro de Apoio Científico em Desastres Center for Scientific Support in Disasters – Federal University of Parana)
4	カナダ	カナダ地質調査所 Geological Survey of Canada
5	中国	中国地質調査所 China Geological Survey
6	中国	中国東北林業大学 Northeast Forestry University
7	中国	中国西安市国土資源局 Bureau of Land and Resources of Xi'an
8	中国	中国科学院山地災害環境研究所 Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
9	中国	中国科学院地理湖沼学研究所 Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences
10	コロンビア	コロンビア国立大学 Universidad Nacional de Colombia
11	クロアチア	クロアチア地すべりグループ：リエカ大学、ザグレブ大学 Croatian Landslide Group from Faculty of Civil Engineering University of Rijeka and Faculty of Mining, Geology and Petroleum University of Zagreb
12	クロアチア	クロアチア国ザグレブ市緊急事態管理局 City of Zagreb, Emergency management office
13	チェコ	チェコ国チャールズ大学理学部 Charles University, Faculty of Science
14	チェコ	チェコ科学院岩盤構造研究所 Institute of Rock Structure and Mechanics Academy of Sciences of the Czech Republic
15	欧州委員会	欧州委員会共同研究センター

		Joint Research Centre (JRC), European Commission
16	ドイツ	独ダルムシュタット工科大学・地盤工学研究センター Technische Universität Darmstadt, Institute and Laboratory of Geotechnics
17	グルジア	グルジア環境庁地質局 Department of Geology of National Environmental Agency of Georgia
18	ホンジュラス	ホンジュラス工科大学 Universidad Politécnica de Ingeniería, UPI
19	インド	インド国立災害管理研究所 National Institute of Disaster Management, New Delhi
20	インドネシア	インドネシア国ガジャマダ大学 Gadjah Mada University
21	イラン	イラン建築住宅研究センター Building & Housing Research Center
22	イラン	イラン土壌保全流域管理研究所 Soil Conservation and watershed Management Research Institute
23	イラン	イラン国際地震工学・地震学研究所 International Institute of Earthquake Engineering and Seismology(IIEES)
24	イタリア	イタリア国フローレンス大学応用地質学科 University of Firenze, Earth Sciences Department
25	イタリア	イタリア環境保護研究所 ISPRA-Italian Institute for Environmental Protection and Research
26	イタリア	イタリア国カラブリア大学 UNIVERSITY OF CALABRIA, DIMES (Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica) , CAMILAB (Laboratory of Environmental Cartography and Hydraulic and Geological Modeling)
27	イタリア	イタリア科学院水文地質保全研究所 Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI),of the Italian National Research Council (CNR)
28	日本	京都大学防災研究所 Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute
29	日本	東京大学(生産技術研究所, 地盤工学研究グループ) University of Tokyo, Institute of Industrial Science and Geotechnical Research Group

30	日本	新潟大学災害復興科学研究所 Niigata University, Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery
31	日本	森林総合研究所 Forestry and Forest Product Research Institute
32	日本	日本地すべり学会 Japan Landslide Society
33	韓国	韓国地質科学及び資源研究所 Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)
34	韓国	韓国森林工学学会 Korean Society of Forest Engineering
35	韓国	韓国森林研究所 Korea Forest Research Institute
36	韓国	韓国社会基盤安全技術公社 Korea Infrastructure Safety & Technology Corporation
37	韓国	韓国建設技術研究所 Korea Institute of Construction Technology
38	マレーシア	マレーシア公共事業省斜面部 Slope Engineering Branch, Public Works Department of Malaysia
39	マレーシア	マレーシア国マラ工科大学 Mara University of Technology
40	メキシコ	メキシコ自治大学地理学研究所 Institute of Geography, UNAM
41	ネパール	ネパール国際山地統合開発センター International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD)
42	ナイジェリア	ナイジェリア大学理学部地質学科 Department of Geology, Faculty of Science, University of Nigeria,
43	ノルウェー	ノルウェー地盤工学研究所 Norwegian Geotechnical Institute (NGI)
44	ペルー	ペルー国クスコ市環境・斜面保全NPO Grudec Ayar
45	ロシア	ロシア国モスクワ大学地質学部 Department of Engineering and Ecological Geology, Geological Faculty, Moscow State University
46	ロシア	ロシア水関連プロジェクト研究所 JSC "Hydroproject Institute"
47	ロシア	ロシア科学院セルゲフ環境地質科学研究所 Russian Academy of Sciences, Sergeev Institute of Environmental

		Geoscience (IEG RAS)
48	セルビア	セルビア国ベオグラード大学鉱山地質学部 University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology
49	スロバキア	スロバキア国コメニウス大学理学部 Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Department of Engineering Geology
50	スロベニア	スロベニア国リュブリアナ大学土木及び測地工学部 University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering (ULFGG)
51	スロベニア	スロベニア地質調査所 Geological Survey of Slovenia
52	南アフリカ	南アフリカ連邦地質科学院地質科学ユニット Engineering Geoscience Unit Council for Geoscience, South Africa
53	スリランカ	スリランカ中央行程勘察局 Central Engineering Consultancy Bureau (CECB)
54	スリランカ	スリランカ国立建築研究機構 National Building Research Organization
55	台湾, 中国	国立台湾大学 National Taiwan University, Department of Civil Engineering
56	タイ	タイ国農業協同省・土地開発局 Ministry of Agriculture and Cooperatives, Land Development Department
57	タイ	タイ国アジア災害予防センター Asian Disaster Preparedness Center(ADPC)
58	ウクライナ	ウクライナ通信・地球規模情報研究所 Institute of Telecommunication and Global Information Space
59	ベトナム	ベトナム交通科学技術研究所 Institute of Transport Science and Technology

ICL 賛助機関

川崎地質株式会社

〒108-8337 東京都港区三田 2-1-1-15

株式会社マルイ

〒574-0064 大阪府大東市御領 1-9-17

奥山ボーリング株式会社

〒013-0046 秋田県横手市神明町 10-39

五大開発株式会社

〒921-8051 金沢市黒田 1-35

国土防災技術株式会社

〒330-0074

さいたま市浦和区北浦和 2-12-11 浦和青葉ビル

国際航業株式会社

〒183-0057 東京都府中市晴見町 2-24-1

日本工営株式会社

〒102-0083 東京都千代田区麴町 4-2

有限会社太田ジオリサーチ

〒651-1432 西宮市すみれ台 3-1

株式会社オサシ・テクノス

〒780-0945 高知市本宮町 65-3

応用地質株式会社

〒331-8688 さいたま市北区土呂町 2-61-5

一般財団法人砂防・地すべり技術センター

〒102-0074 東京都千代田区九段南 4-8-21

坂田電機株式会社

〒202-0022 西東京市柳沢 2-17-20

株式会社エスイー

〒163-1343 東京都新宿区西新宿 6-5-1 新宿アイランドタワー

国際斜面災害研究機構事務局

特定非営利活動法人 国際斜面災害研究機構

〒606-8226 京都市左京区田中飛鳥井町 138-1 (一財)防災研究協会内

TEL: 075-723-0640, FAX: 075-950-0910,

E-mail: secretariat@iclhq.org

国際斜面災害研究機構日本語 WEB <http://icl.iplhq.org/japanese/>

国際斜面災害研究機構 (ICL) 英語 WEB: <http://icl.iplhq.org/>

国際斜面災害研究計画 (IPL) 英語 WEB: <http://iplhq.org/>



International Consortium on Landslides

An international non-government and non-profit scientific organization
promoting landslide research and capacity building for the benefit of society and the environment

President: Paolo Canuti (Prof. Emeritus, University of Firenze, Italy)

**Vice Presidents: Kaoru Takara (Kyoto University, Japan)/Yueping Yin (China Geological Survey)/
Claudio Margottini (National Institute for the Protection and Environmental Research (ISPRA), Italy)/**

Irasema Alcantara-Ayara, (UNAM), Mexico

Executive Director: Kyoji Sassa (Prof. Emeritus, Kyoto University, Japan)

ICL Supporting Organizations:

The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) / The World Meteorological Organization (WMO) / The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) / The United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat (UNISDR) / The United Nations University (UNU) / International Council for Science (ICSU) / World Federation of Engineering Organizations (WFEO) / International Union of Geological Sciences (IUGS) / Government of Japan

ICL Members:

Albanian Geological Survey / The Geotechnical Society of Bosnia and Herzegovina / Federal University of Parana, CENACID – UFPR, Brazil / Geological Survey of Canada / Bureau of Land and Resources of Xi'an, China / China Geological Survey / Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences / Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences / Northeast Forestry University, China / Universidad Nacional de Colombia / City of Zagreb, Emergency management office, Croatia / Croatian Landslide Group (Faculty of Civil Engineering University of Rijeka and Faculty of Mining, Geology and Petroleum, University of Zagreb) / Charles University, Faculty of Science, Czech Republic / Institute of Rock Structure and Mechanics Academy of Sciences of the Czech Republic / Joint Research Centre (JRC), European Commission / Technische Universitat Darmstadt, Institute and Laboratory of Geotechnics, Germany / Department of Geology of National Environmental Agency of Georgia / Universidad Politécnic de Ingenieria, UPI, Honduras / National Institute of Disaster Management, India / Gadjah Mada University, Indonesia / Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran / Building & Housing Research Center, Iran / International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), Iran / ISPRA-Italian Institute for Environmental Protection and Research / University of Calabria, DIMES, Italy / University of Firenze, Earth Sciences Department, Italy / Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), CNR / Forestry and Forest Product Research Institute, Japan / Japan Landslide Society / Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute, Japan / Niigata University, Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Japan / University of Tokyo (Inst. of Industrial Science and Department of Civil Engineering and Geotechnical Engineering Group), Japan / Korea Forest Research Institute / Korea Infrastructure Safety & Technology Corporation / Korea Institute of Construction Technology / Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) / Korean Society of Forest Engineering / Mara University of Technology, Malaysia / Slope Engineering Branch, Public Works Department of Malaysia / Institute of Geography, National Autonomous University of Mexico (UNAM) / International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Nepal / Department of Geology, University of Nigeria / Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Norway / Grudec Ayar, Peru / Department of Engineering and Ecological Geology, Moscow State University, Russia / JSC "Hydroproject Institute", Russia / Sergeev Institute of Environmental Geoscience (IEG RAS), Russian Academy of Sciences, Russia / University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Serbia / Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Department of Engineering Geology, Slovakia / Geological Survey of Slovenia / University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering (ULFGG), Slovenia / Engineering Geoscience Unit Council for Geoscience, South Africa / Central Engineering Consultancy Bureau (CECB), Sri Lanka / National Building Research Organization, Sri Lanka / Taiwan University, Department of Civil Engineering, Chinese Taipei / Asian Disaster Preparedness Center (ADPC), Thailand / Ministry of Agriculture and Cooperatives, Land Development Department, Thailand / Institute of Telecommunication and Global Information Space, Ukraine / Institute of Transport Science and Technology, Vietnam

ICL supporters:

Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd., Tokyo, Japan / Marui & Co., Ltd., Osaka, Japan / Okuyama Boring Co., Ltd., Yokote, Japan / GODAI Development Corp., Kanazawa, Japan / Japan Conservation Engineers & Co., Ltd, Tokyo / Kokusai Kogyo Co., Ltd., Tokyo, Japan / Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo, Japan / Ohta Geo-Research Co., Ltd., Nishinomiya, Japan / OSASI Technos Inc., Kochi, Japan / OYO Corporation, Tokyo, Japan / Sabo Technical Center, Tokyo, Japan / Sakata Denki Co., Ltd., Tokyo, Japan / SE Corporation, Tokyo, Japan

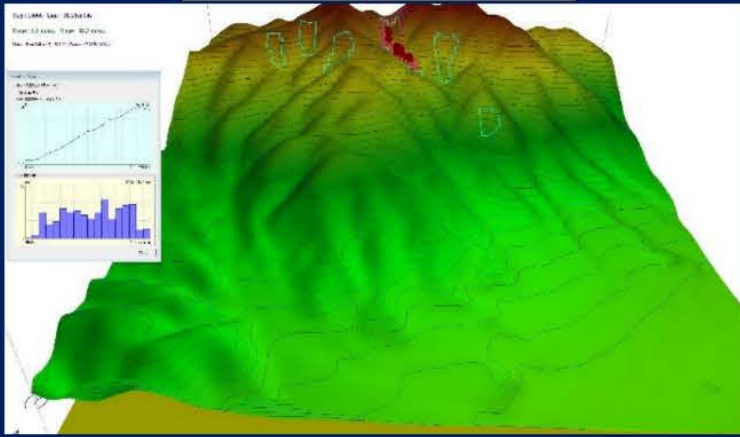
Contact:

International Consortium on Landslides, 138-1 Tanaka Asukai-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8226, Japan

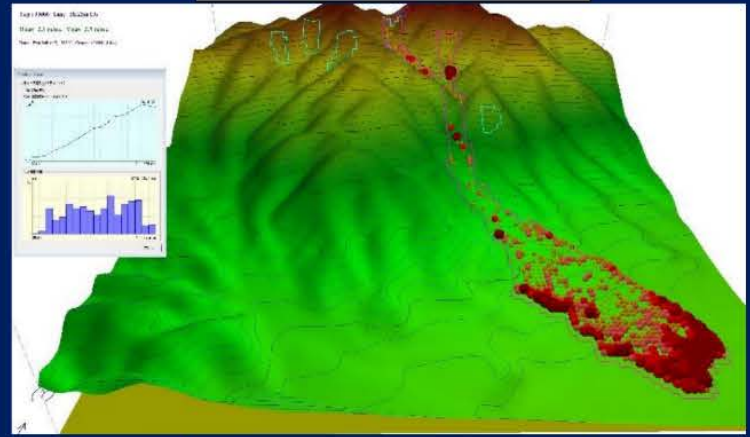
Web: <http://icl.iplhq.org/>, E-mail: secretariat@iclhq.org

Tel: +81-774-38-4834, +81-75-723-0640, Fax: +81-774-38-4019, +81-75-950-0910

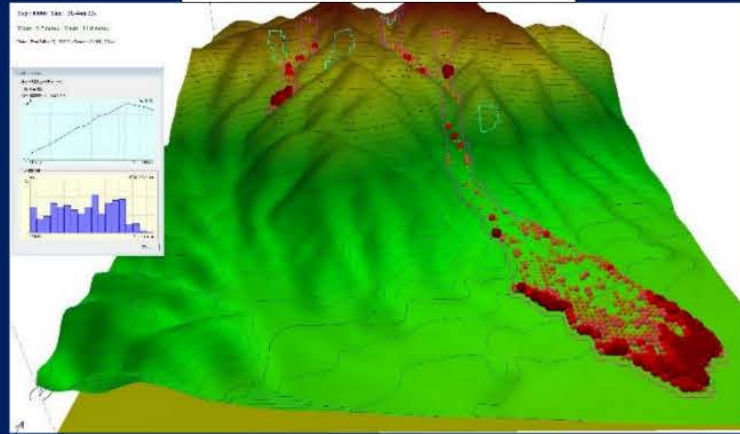
8月20日3時21分04秒



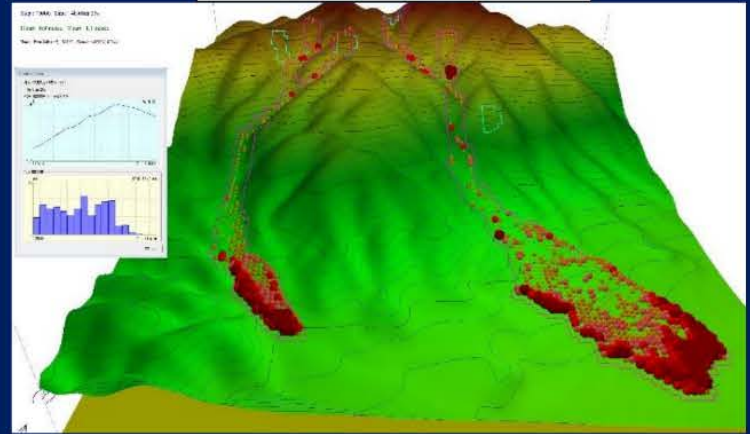
8月20日3時23分03秒



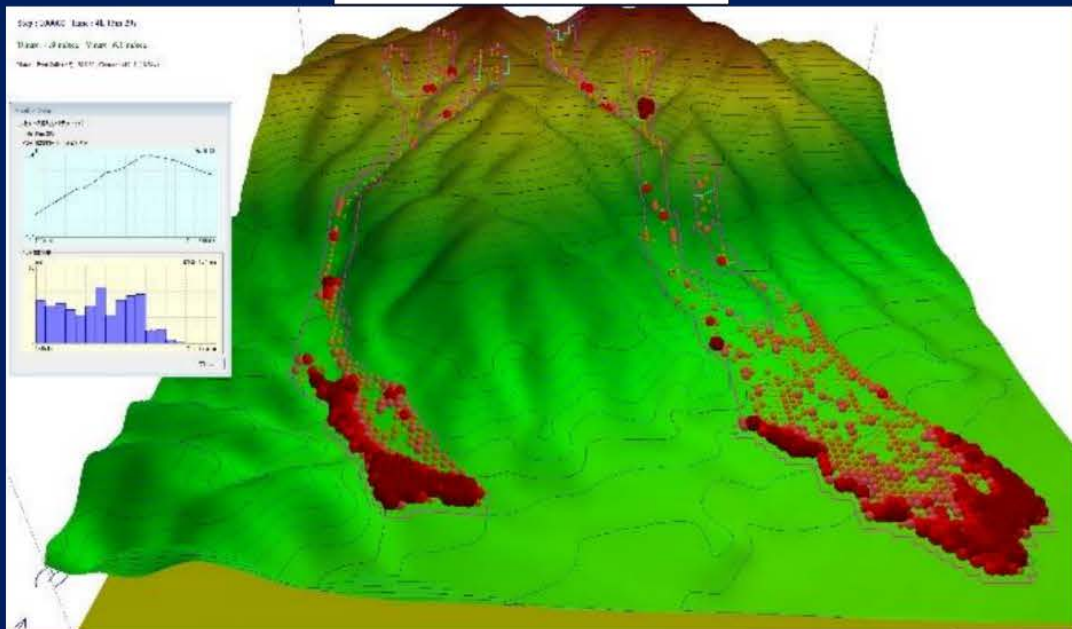
8月20日3時44分22秒



8月20日4時01分25秒



8月20日4時15分29秒



特定非営利活動法人 国際斜面災害研究機構

〒606-8226 京都市左京区田中飛鳥井町 138-1 (一財) 防災研究協会内

TEL: 075-723-0640, FAX: 075-950-0910, E-mail: secretariat@iclhq.org

ICL WEB: <http://icl.iplhq.org/> IPL WEB: <http://iplhq.org/>

(特非) 国際斜面災害研究機構 WEB: <http://icl.iplhq.org/japanese/>