

国際フォーラム「都市化と土砂災害」参加レポート

五大開発株式会社 システム事業部

貴社ますますご清栄のことお喜び申し上げます。平素は、弊社製品をご愛用賜り、厚くお礼申し上げます。
去る10月8日、特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構(ICL)主催「都市化と土砂災害」が実施されました。
今回の講演プログラムでは、主として「国連防災世界会議と土砂災害研究」、「8月広島土砂災害の調査と解析」が発表され、特に、広島土砂災害については、技術的に大変興味深く、かつ、今後の土砂災害に対する防災・減災のアプローチを見ることができました。

当日は、海外の研究機関、官公庁、災害技術者、マスメディア等多様な方々が拝聴され、広島災害がいかに大きな問題提起したかをあらわすものでした。また、土砂災害が、日本国内の問題にとどまらず、世界共通の課題であることも理解できました。

簡単ではございますが、レポートをお送りさせていただきます。ご多忙とは存じますが、是非皆さまにご覧頂けましたら幸いです。

※レポート中の記述の一部には、「都市化と土砂災害」にて配布された資料を引用しております。

1. 講演会概要

講演名：「都市化と土砂災害」

主催：特定非営利活動法人 国際斜面災害研究機構 (ICL)

〒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.ipihq.org/japanese/>

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

日時：平成26年10月8日 13:00~17:00

場所：京都大学北部総合教育研究棟・益川ホール

内容：●第3回国連防災世界会議と土砂災害研究

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」

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」

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」

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」

●2014年8月広島土砂災害の調査と解析

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」

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」

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」

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」

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」

●広島災害の講演に対するフロアーからの質問・討論

2. 概要・レポート

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」

- ・ 2014年8月20日、広島災害の概要
- ・ 74名の死者、255家屋が被害を受け、4562家屋が何らかの影響を受けた。
- ・ 19日20：00から20日5：00までの間に累計257ミリメートルの雨量があった。
- ・ 特に4：00から5：00の最大時間降水量は101ミリメートル。
- ・ 166か所の土砂災害が確認された。
- ・ 広島県はハザードマップを公開していた。
- ・ しかし、多くの住民は、災害リスクを十分に理解することなく、避難も少ない状況となった。
- ・ もっとも深刻な被害を受けた八木、緑井地区は、特別土砂災害危険区域には指定されてなかった。

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」

- ・ 八木3丁目地区の現地踏査写真。
- ・ 直下の木造家屋は全壊した。
だが、コンクリート構造物は屋根上を土石流が越流したにもかかわらず、構造的に問題はなかった。
- ・ 被災場所から発生源を見渡しても、晴れた状況であっても、土砂崩壊が発生している状況を知ることはできなかった。まして、夜中であつ豪雨時には、土砂流失を目視するのは無理。
- ・ 4m近くの巨礫が多く確認された。
- ・ 車は、土石流の中だと簡単に持ち上がる。そのため多くの車が流出した。
- ・ 当該地区は、マサ土といわれる地質で、石英、長石、黒雲母からなる。
- ・ 過去の土石流堆積物を利用した構造物（石積み）が多くみられる。
同じく、過去の土石流の流下した痕跡も、構造物基礎の下に見ることができる。
- ・ 1948年、1969年、2009年の航空写真を比較すると、今回、最大の被害を出した沢に向かい開発が行われてきた。
- ・ 八木3丁目地区の土砂流出写真
- ・ 発生源の斜め空中写真（PASCO）
- ・ 八木3丁目地区、緑井地区、土砂発生源の調査写真。試料を京都大学へ持ち帰り実験。

大西 領（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」

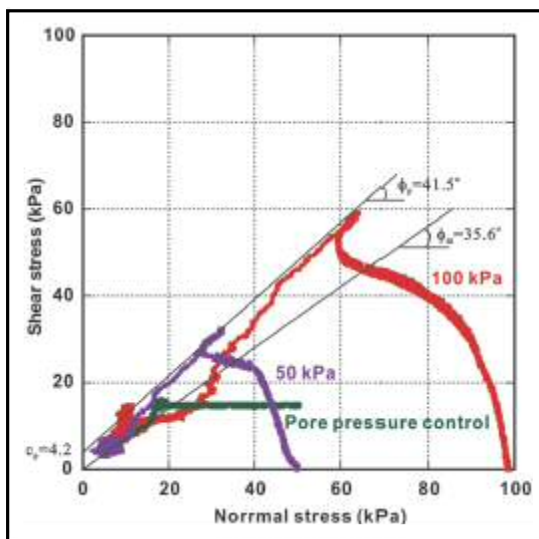
- ・ 地球シミュレータの概要説明。
- ・ 2015年から第3世代となる。（理論性能：1.3PFLOPS、主メモリ330TB）
- ・ 地球シミュレータの大きな特徴は、大気と海洋を同時に計算が可能。
- ・ 気象庁は、1日半の予測であるが、地球シミュレータは、3～5日の予測計算を行うことができる。
これは、地球1周をシームレスに計算できるため。
- ・ 2003年の台風10号の予測シミュレーションでは進路を、平成18年7月九州豪雨の豪雨予測シミュレーションでは積算雨量の予測に成功。
- ・ 今回の広島豪雨を予測シミュレーションした。
（計算領域：全球10km解像度、西日本域：3km解像度、広島域1km解像度）
- ・ 3日前予測実験では、九州北部の豪雨は再現できたが、広島の局地豪雨には至らない。
- ・ 1日前予測実験では、九州北部の豪雨は北にずれたが、広島地方雨は再現できた（位置は東へずれた）
- ・ 予測シミュレーションと実観測を組み合わせた土砂災害警報システムが必要

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」

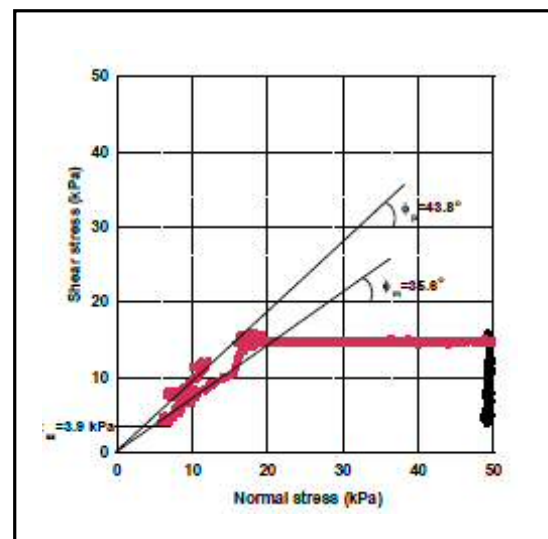
- ・降雨に対する斜面崩壊と地下水変動の予測
- ・物理則に基づく危険度予測をおこなう場合の斜面における地下水の推定は、観測値がある場合にはそれを用いて降雨量と間隙水圧の関係から行う。
- ・一般的に斜面内における地下水への浸透は、不飽和状態では重力状態に卓越するものの、一旦飽和状態となると斜面方向への流動が顕著となる。
- ・高松山における土石流源頭部の特徴
- ・多数の土石流が放射状に発生した。このうち斜面上部から西向き、東向きに発生した土石流は規模が大きかった。
- ・高松山で発生した土石流の源頭部には、崩壊深が50cm～1m程度の小規模な崩壊があり、これが引き金となった。
- ・崩壊地の周辺斜面は 30° ～ 50° と急勾配で、土層は薄い。
- ・当地のまさ土の飽和透水係数は、 6.3×10^{-3} cm/秒
- ・飽和不飽和浸透流解析を用いた斜面安定の時刻歴変化と土壌雨量指数の時刻歴変化との比較
- ・降雨と最少安全率の時刻歴グラフ
- ・三入地区の降雨記録から計算した土壌雨量指数グラフ

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」

- ・福岡先生が斜面崩壊現場からサンプルを取得
- ・そのサンプルで、地すべり再現試験機を用い、地すべり運動予測に必要なパラメータを計測した。



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



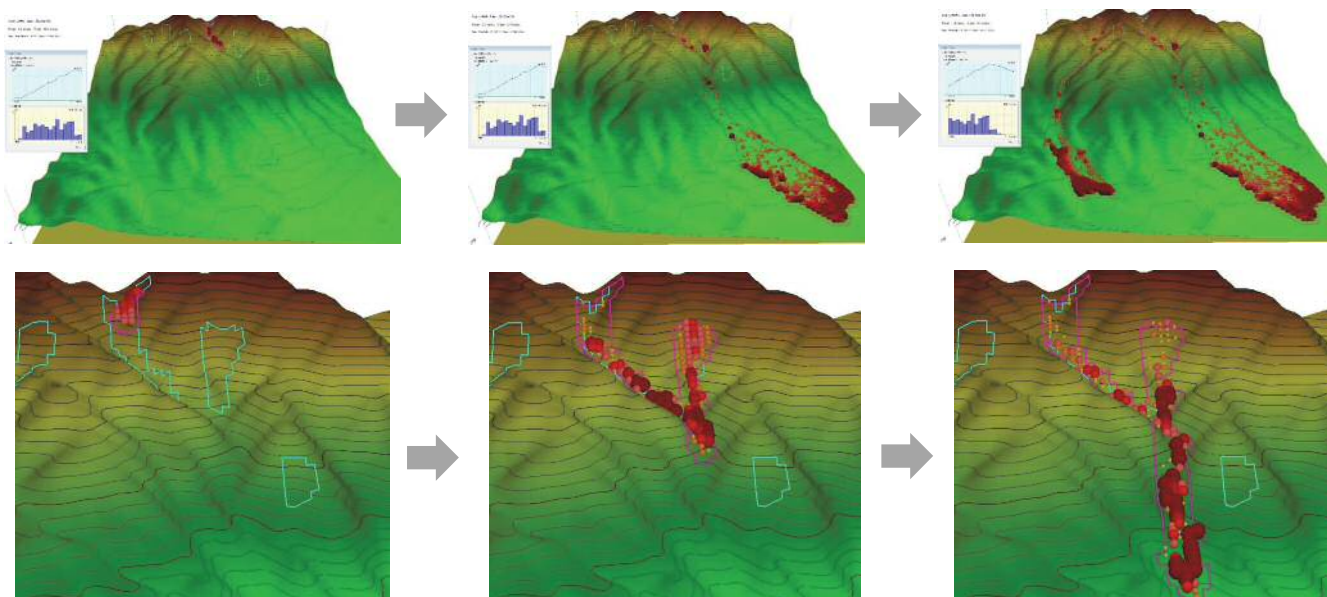
八木地区のサンプルの降雨地すべりの再現試験の結果

- ・地すべり発生運動統合シミュレーション「LS-RAPID」に、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水圧比を入力し、3次元表示できるシステムを開発した。

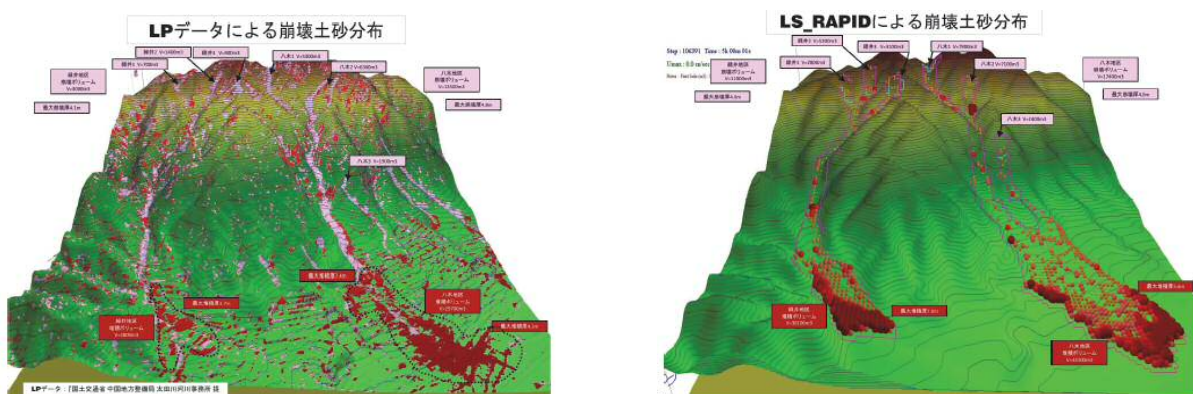
（国際斜面災害研究機構：佐々、五大開発：佐藤）

- ・国土地理院が作成した八木・緑井地区の崩壊分布に、気象庁の「三入」の雨量観測結果を用いて、シミュレーションを行った。
- ・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。

- 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 4m、斜面勾配は 30° 、空隙率は試験をもとに 0.44 と推定した。
- 再現シミュレーションから、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。
- 以上の結果から、同時ではなく、時間差を置いて、次々に崩壊していった様子がわかる。



- 八木地区の崩壊・土石流の平均流下速度は、15.7m/s。緑井地区の平均流下速度は 15.8m/s。
- LS-RAPID での計算によると、住宅地へ堆積した土砂の厚みは、八木地区で最大 5.6m、緑井地区の堆積部の最大厚さは 7.6m となった。
- LP データによる崩壊土砂分布と、LS-RAPID による崩壊土砂分布の比較



- 八木の土砂分布範囲と堆積土砂 (29,700m³ と 43,100m³) はほぼ同じ
- ▽「都市化と土砂災害」動画ダウンロード (ICL ホームページ) (画面左)
<http://icl.iplhq.org/japanese/>
- 地球シミュレーターを改良すれば、1 日前の局地的な豪雨予測を行うこともできる可能性がある。
- 必ず崩れる、崩れないではなく、崩れた場合、最大ここまで土砂が到達するという範囲をリアルに表示することが重要である。
- 設定雨量以上かつ、土砂の到達範囲に避難勧告を実施できるようなソフト対策が重要

<質問・討論>

Q1：(海外の研究機関の方)日本は、世界に比べ、技術が進み、ハザードマップも整備され、コミュニティレベルも、知識レベルも高いのに、今回の広島ではなぜ多くの人命が失われたのか？

A1：これから当該地区にアンケートを取るが、夜中ということもあり、雨が急激に降った中では避難するという事にならなかったのだろう。

→(感想)この質問を聞きながら、感じたこと。海外と日本国内、同じ災害が迫ってくる状況下において、危機に関する意識が違うのだ、ということ。海外は、これほど土砂災害に対し整備されていない国が多く、土砂が崩壊してくるもので、被災する状況をイメージできているように感じた。方や日本国内においては、災害の多い国でありながら、「どのようなことが起こる」というイメージを共有することに重点を置いてこなかったように思う。このことが避難につながらないという結果は、海外から見れば、非常に不思議に思えたのであろう。

Q2：全国に土壤水分を計測できる機器を設置し、その情報をもとにアラートを発信することは可能か？

A2：危機をすべてに設置すると莫大な費用が掛かることとなる。尾根部など重要な箇所を設置することも考えられるが、地下水位の状況は、地形・地質により大きく変化するため有効な設置について考える必要がある。

→(感想)マスコミの方の質問。マスコミ関係者の方が住民の代表というわけではないが、災害に関する投資については、友好的な質問であったと感じた。財政が大きな問題となるが。

3. 感想

今後、土砂災害からの防災・減災のニーズは、ますます高まってくると考えられます。

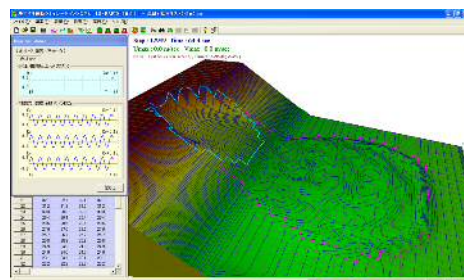
今回の講演を受け感じたのは、地域住民が望んでいるのは、「迫りくる台風や豪雨により、ここはどうなるのか?」という、近い未来のアドバイスが非常に有効なキーワードとなりうるのではないかとということでした。予測される雨量により、どのような災害となりうるのか、その場合、どのような避難をすればよいのか、このことを、身近に、わかりやすい表現をすることで、多くの命が救えるのではないのでしょうか。そのためには、地形・地質・土壤の基礎情報、現状の地下水位状況、リアルタイム豪雨予測等が必要となりますが、今回の発表を聞くと、リアルタイム豪雨予測、崩壊予測、崩壊シミュレーションから、当該地区へのアラートというサイクルについて、十分に研究できる材料が整ったと感じることができたと思いました。今後の更なる研究を期待したいと思います。

※ ソフトのご紹介

地すべり発生運動統合シミュレーション「LS-RAPID」

この斜面が崩れたら崩落土砂はどこまで到達するのだろうか。従来推測するしかなかったこのようなテーマに対して、明確なシミュレーションが答えを出します。優れたビジュアル性で、様々な解析やプレゼンテーションに利用できます。

製作：ICL(国際斜面災害研究機構) / 販売：五大開発株式会社
標準価格：350,000円(税別)



デモ依頼、資料請求などありましたら、お気軽にご連絡ください。
ご希望の欄にチェックをご記入の上、本紙をFAXにてお申し込み下さい。

見積希望	デモ希望	資料希望
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

御社名			
部署名		ご担当者名	様
ご住所	〒		
TEL		FAX	

■ お問合せ ■ 五大開発株式会社 システム事業部 〒921-8051 石川県金沢市黒田1丁目35番地
TEL:050-3385-3063 FAX:076-240-9585 MAIL: pp-sales@godai.co.jp HP:http://www.godai.co.jp/