

防災科研ニュース

2014 Autumn No.186 (C) 独立行政法人防災科学技術研究所

秋

特集 この夏の気象災害

- 2 平成26年6月24日東京都における降雹
- 4 平成26年台風8号による南木曾土石流災害 災害時の降雨量と流域地形解析
- 6 平成26年7月の南木曾町土石流災害 自然災害調査の情報共有ツール開発を目指して
- 8 平成26年8月豪雨における広島県の降雨状況 バグビルディングによる積乱雲群の形成
- 10 平成26年8月広島土石流災害 捜索支援地図の作成：迅速な被災状況の把握を目指して

研究最前線

- 12 インドネシア型組積造住宅における耐震補強工法の実大振動実験
- 13 大型降雨実験施設を用いた斜面崩壊実験

プレスリリース解説

- 14 高圧化した火山性流体のマッピングに成功

行事開催報告

- 15 自治体総合フェア2014に出展
- 15 雲仙岳火山観測施設ボーリングコアの公開
- 16 真夏のアウトリーチ活動
- 17 雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所 一般公開
- 17 第5回「震災対策技術展」宮城に出展
- 18 日本地すべり学会と共催で「真夏の防災教室」を実施
- 19 真夏の豪雨体験(大型降雨実験施設公開)

報告

- 18 日本海溝海底地震津波観測網の略称「S-net」に決定

受賞報告

- 20 情報処理学会第76回全国大会大会奨励賞を受賞
- 20 リスク研究学会アジア会議にてポスター発表で銀賞を受賞

平成26年6月24日東京都における降雹



水・土砂防災研究ユニット 主任研究員 出世ゆかり

はじめに

雹は発達した積乱雲の上空で形成される直径0.5cm以上の氷の粒で、日本でも数cmもの大きさに成長することがあります。雹が融けきらずに地表付近まで落ちてくると、農作物や建物、車などに大きな被害をもたらします。また都市部では交通や道路排水機能の障害を引き起こすことがあります。平成26年6月24日14時半頃、東京都調布市、三鷹市の周辺で、大雨とともに大量の雹が降り、少なくとも28件の床上浸水と24件の床下浸水が発生しました（東京都調べ）。ここではこの降雹に関する防災科研のこれまでの調査結果と、今後の取り組みについて紹介します。

6月24日の降雹分布

降雹は突発的かつ局所的に発生することが多く、雹の大きさや降雹範囲を地上に設置した観測網で捉えることは容易ではありません。そこで今回防災科研では、6月24日の降雹分布を把握するため、東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県（一部地域を除く）の都立・県立高等学校および一部地域の小・中学校を対象として降雹アンケートを実施しました。アンケートを送付した725校のうち53%の学校から回答をいただきました。主な質問内容は、学校周辺での降雹の有無、最大の雹の直径、降雹時刻、降雹時の様子や被害状況についてです。アンケート結

果に基づき作成した6月24日の降雹分布を図1に示します。主な降雹域は東西・南北方向ともに10km程度と狭い範囲に集中していましたが、直径が3cmを超える大きな雹も降ったことがわかりました。また、複数の学校で校庭に積もった雹の深さが10cm以上に達し、校庭から流出した雹が道路に50cm積もったという情報も寄せられました。さらに、車、網戸、戸、屋根、屋上防水シートなどの破損、農作物や街路樹の被害、体育館の浸水、通学路の冠水など様々な被害が報告されました。降雹時刻は14時30分から15時にかけての回答が多く、降雹の他に大雨や雷、強風も発生していました。その為生徒の下校を見合わせた学校もありました。

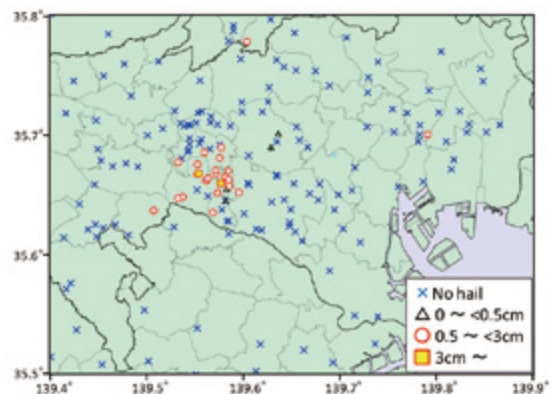


図1 平成26年6月24日の降雹分布。

防災科研の新庄雪氷環境実験所には、この日三鷹市で採取された雹が持ち込まれました（図2a）。これらの雹粒を薄く削り、断面を撮影したものの一例を図2(b)に示します。雹の断面には気泡が多い不透明な層と気泡が少ない透明な層が交互に何層も重なっていることがわかりま

す。これは積乱雲上空で過冷却水滴を捕捉しながら落下する雹が、強い上昇気流によって再び上空へ持ち上げられるという上下運動が何度も繰り返されることにより、雹が大きく成長したということを示しています。

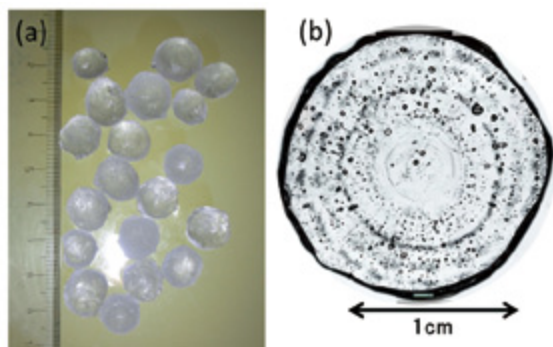


図2 三鷹市で採取された(a)雹粒と(b)雹の薄片。
(b)撮影：阿部修

降雹をもたらした積乱雲

降雹をもたらした積乱雲は13時40分頃に東京都稲城市付近で発生、急速に発達し、14時20分過ぎより約30分間、調布市や三鷹市周辺に激しい降水をもたらしました。激しい降水がみられた期間はアンケート調査で得られた降雹時刻と概ね一致していました。防災科研では神奈川県海老名市と千葉県木更津市に設置している2台のXバンドMPレーダーでこの積乱雲を観測していました。

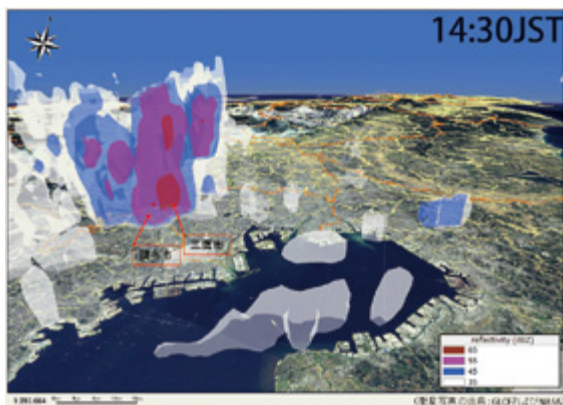


図3 防災科研の2台のXバンドMPレーダーで観測したレーダー反射強度の3次元分布。地図情報は国土地理院地図(色別標高図)を利用。(作図：櫻井南海子)

図3は積乱雲が最も発達していた時間帯の積乱雲の立体構造です。55dBZ(100mm/hrの降雨強度に相当)を超える非常に強いレーダー反射強度領域が、少なくとも高度7.5kmに達していたことが分かりました。積乱雲のより詳細な構造については現在解析を進めているところです。今後は大量の雹が積乱雲の内部でどのように形成されたのか明らかにしていきたいと考えています。

MPレーダーによる降雹監視に向けて

6月24日に発生した降雹は地上に様々な被害と影響を及ぼしました。被害の規模を素早く推定し、スムーズな復旧活動を行うためには、降雹の範囲を精度よくかつ迅速に把握することが重要です。しかしながら、突発的かつ局所的に発生する降雹は、事前に設定した地上観測網で捉えることが難しく、事後における調査でも降雹の有無や雹の大きさ、降雹時刻など正確な情報を得ることは容易ではありません。そこで、MPレーダーによる雹の検知あるいは監視技術の開発に期待が寄せられています。

MPレーダーは、降水粒子の形や落下姿勢、サイズ分布など、降水粒子の識別(雨や雪、雹など)に関わる複数の偏波パラメータを取得することができます。現在防災科研では、XバンドMPレーダーの偏波パラメータの情報をもとに、雹を検知するアルゴリズムの開発を進めています。雹検知アルゴリズムを検証し改良していくためには、地上の降雹情報との比較も重要です。今後は地上に設置した装置による降雹観測も実施することで、MPレーダーによる降雹監視技術を向上させていきたいと考えています。
[謝辞]

降雹に関するアンケート調査にご協力いただいた多くの学校の教職員の皆様に感謝いたします。

平成26年台風8号による南木曾土石流災害

災害時の降雨量と流域地形解析

水・土砂防災研究ユニット 主任研究員 若月 強



はじめに

長野県南木曾町読書地区の梨子沢では、平成26（2014）年7月の台風8号によって土石流が発生して死者1名、住宅全壊10棟の被害が発生しました（図1）。この地域の地質は花崗岩類（花崗岩・花崗閃緑岩）であり、全国的にも崩壊・土石流災害が頻発する地質であることが知られています。防災科研では、将来の災害予測を目指すために、災害直後に現地調査を行なったので、降雨と地形の特徴を紹介します。



図1 梨子沢流域と雨量観測点

災害の様子

南木曾岳西側の山頂付近で発生した斜面崩壊から土石流が始まり、流動化した土砂は溪床の堆積物を巻き込んで規模を増大させながら流下しました。監視カメラの映像によると、土石流が扇状地の住宅を襲った時刻は9日17時41分です。各種報道によると、避難勧告が出されたのは被災から約10分後であり、土砂災害警戒情報が出されたのは18時15分です。

被災した住宅地の近くには巨礫が堆積しまし

た（写真1）。この住宅地は、梨子沢流域からの土石流が繰り返されることによって形成された扇状地が木曾川の河岸段丘に覆い被さった地形の上に存在しています。また、風化されやすい花崗岩類の地盤であることに加えて、右横ずれの活断層である馬籠峠断層が流域を横断しているため、地盤はかなり破碎されて脆弱になっていると思われます。他方、南木曾岳の東側でも山頂付近からいくつかの崩壊が発生して土石流化していることを確認しましたが、その数は概して少ないようです。



写真1 被災地付近における巨礫の堆積

災害時の降雨量

長野県河川砂防情報ステーションの雨量計データから（設置場所は図1）、災害時の降水量が多かった蘭と三留野のデータを表1に示

表1 災害時の雨量（括弧内は7月9日の時刻）

	10分 雨量 mm	1時間 雨量 mm	2時間 雨量 mm	3時間 雨量 mm	6時間 雨量 mm	24時間 雨量 mm
蘭	23 (16:50)	76 (18:00)	124 (18:00)	126 (18:00)	126 (18:00)	142 (18:00)
三留野	16 (17:00)	57 (18:00)	97 (18:00)	112 (18:00)	112 (18:00)	134 (18:00)
2009防府災害 防府	16	71	106	126	220	229
2014広島災害 上原	30	130	207	237	254	287

します。両地点は、10分雨量は約20mm、1時間雨量は約70mm、2時間雨量は約100～120mmを記録しており、3時間以上の雨量はあまり増えていません。通常、雨が強い時に土石流は発生するので、この短時間に集中した雨の降り方が、避難指示が遅れた原因の1つと考えられます。なお、同じ花崗岩類の地域である防府市（平成21（2009）年7月）と広島市（平成26（2014）年8月）で発生した土石流災害における雨量を表1に併記しました。これらの災害では、強い雨が3～6時間降り続いたことがわかります。

各観測地点における降雨継続時間と平均降雨強度との関係、およびアメダス「南木曾」の雨量から算出した再現期間10年～1万年の確率降雨強度を図2に示しました。蘭と三留野においては、2時間までの平均降雨強度は最大100年程度の再現期間であり、かなり稀な豪雨であったことがわかります。また、他の地点の平均降雨強度はかなり小さく、激しい豪雨は局地的だったようです。

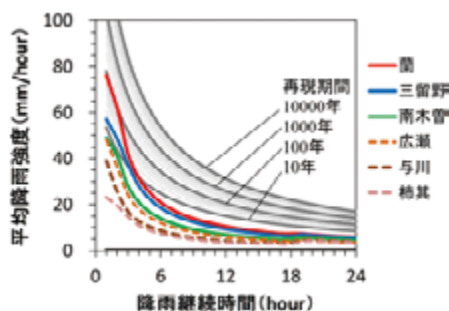


図2 観測雨量強度と確率雨量強度（黒線）

土石流発生流域の地形

土石流が発生した梨子沢流域の地形の特徴を検討します。梨子沢の流域面積は3.32km²、流域長は3.37km、比高（標高の最大値と最小値の差）は1234mであり、比高を流域長で割った値である起伏比（流域の勾配）は0.366となり

ます。この流域面積と起伏比の値を付近の流域の値とともにプロットしたのが図3です。この図の右上側ほど流域面積と起伏比が大きくなるため、土石流の危険性は高くなります。梨子沢の値（赤丸印）は最も右上側にプロットされており、南木曾町他流域（赤×印）と比較しても、かなり不安定な流域の1つであったと考えられます。

図3には、同じ花崗岩類の地域である2009年防府災害における土石流の事例もプロットしました。防府災害では数10カ所で土石流が発生しました。それぞれの小流域ごとに、土石流が流域出口まで到達（流下）したものを丸印で示し、到達しなかったものを十字印で示しています。土石流が到達した流域は到達しなかった流域よりも右上側にプロットされており、流域面積と起伏比が大きかったことがわかります。この事例と南木曾を比較すると、南木曾の流域は防府の流域よりも上方にプロットされており、かなり起伏比が大きいことがわかります。それにも関わらず土石流の発生数が少なかった一因は、災害時の降雨量の違いと考えられます。前述したように、防府は南木曾よりも3～6時間雨量がかなり大きくなっています。地形的に不安定な流域が多い南木曾では、防府災害と同等の降雨が今後発生すれば、かなり多くの流域で土石流が発生すると推察されます。土石流の頻度と地形の関係など検討すべき課題が多いので、今後も解析を進める予定です。

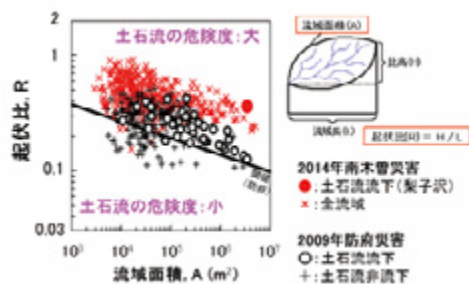
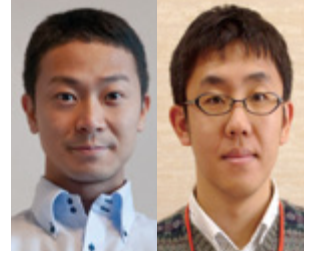


図3 被災流域の形状

平成26年7月の南木曾町土石流災害

自然災害調査の情報共有ツール開発を目指して

災害リスク研究ユニット 契約研究員 内山庄一郎
災害リスク研究ユニット 主任研究員 田口 仁



はじめに：災害調査の意義

防災研究の一つの大きな目的は、自然災害による被害の軽減です。しかしながら、実のところ、自然災害の正確な発生の予測は非常に困難なのが実情です。その理由は、自然災害の発生メカニズムそのものに未解明な点が多いこと、災害の発生予測に必要な不可欠な降雨や地震などの観測精度が十分ではない場合があること、地域の土地、自然、文化などの人間社会のありようが場所により大きく異なることなどが挙げられます。つまり、自然災害現象の発現から被害の発生に至るまでのプロセスには、非常に多くの要素が複雑に関連しており、さらに、それらの要素は地域によって大きく異なっています。このように、自然は多様で複雑に満ちており、数値シミュレーションや実験だけでは自然災害を予測することはできません。したがって、これらを克服し、減災の実現を目指すためには、各地で発生した自然災害とその被害に関する複数分野からの科学的な調査を行い、その知見を後世に蓄積していくことが必要です。

災害調査の問題点

上述の通り、災害調査とは、単に目の前の現象を知るためだけのものではなく、子の代、孫の代へ、より安全な社会を繋いでゆくための貴重な経験の記述という側面が大いにあります。しかしながら、人命や財産を失った災害の現場

においては、現在の自然災害科学が災害の発生に対し不十分であったことに変わりはなく、被災された方の心労を察すれば、災害調査の実施には十分な配慮が必要です。当然、災害直後の捜索や復旧活動の妨げにならないことも考慮しなくてはなりません。そのような中、多くの研究機関や大学等が同じ場所を訪れ、写真を撮り、被災者に同様の聞き取り調査を実施している現状があります。近年は学会などでとりまとめて災害調査を行う動きも見られますが、被災地や被災者の負担軽減を志向すべきであることに変わりはありません。

災害調査結果の共有

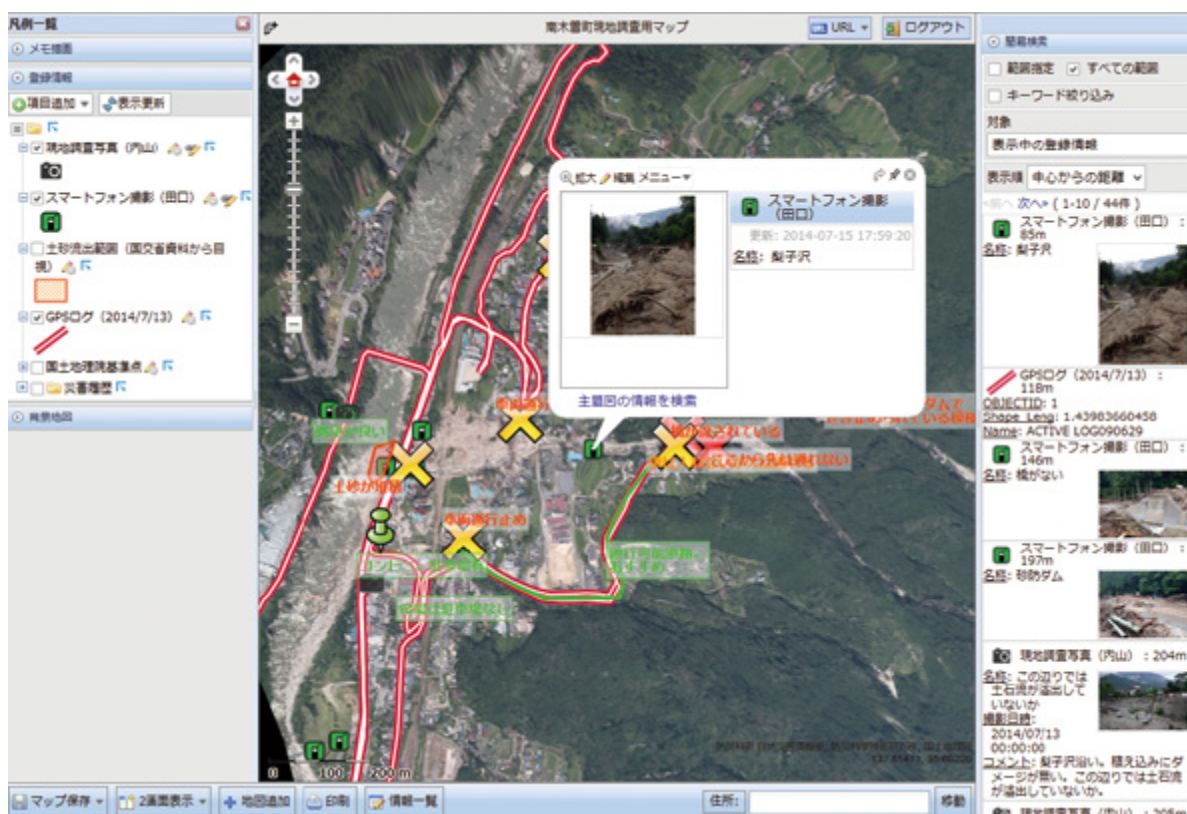
災害調査による被災地負担を軽減する一つの近道は、災害調査の回数を減らすことです。そのためには、災害調査の結果を専門家間で共有し、同様の意図で行われる調査を繰り返さない工夫が必要です。特に、現象や被害の概要を把握するための調査の写真やレポート、また、繰り返しがちな被災者への聞き取り調査の結果などを共有することが効果的と考えられます。しかしながら現時点では、組織間に渡って災害調査の目的やスケジュール等を調整したり、災害調査結果を共有したりする取り組みは行われていません。

eコミマップによる災害調査写真の共有の試み

そこで、防災科学技術研究所では災害調査情報共有の端緒として、「eコミマップ」をベースとした災害調査写真の共有を意識した災害調査を行いました。eコミマップは当研究所が開発したオープンソースの地図ツールで、様々な地図を下敷きに、情報を登録することができます。特に、外部の様々な地図を下敷きにすることができ、国土地理院の地理院地図のデータを表示することが可能です。最近、国土地理院は災害後に撮影した写真を地理院地図で公開しており、簡単にeコミマップに表示することができます。さらに、eコミマップはスマートフォンやタブレットに対応しており、現地での地図参照や、現地から写真と位置情報を登録することができ、素早くeコミマップの地図上に災害調査写真を登録することができます。

平成26年7月台風第8号による長野県木曾郡南木曾町で発生した土石流災害での試み

平成26年7月に発生した南木曾町での土石流災害においては、発生後に現地入りし、スマートフォンを用いて現地から写真の登録を行いました。また、現地調査終了後、GPSログや他のデジタルカメラで撮影した写真を登録し、当時の様子を地図上に登録しました。さらに、国土地理院が災害後の空中写真を地理院地図で公開したため、それと重ね合わせ、そのほか各種現地で把握した情報を載せた上で、災害の全体像を記録したマップが完成しました(下図)。eコミマップは情報の登録だけでなく、共有や発信が容易なツールです。今後、学会や他の研究者と連携しながら、自然災害調査の共有のための仕組みの構築を目指して研究開発を進めていきたいと考えています。



平成26年8月豪雨における広島県の降雨状況

バグビルディングによる積乱雲群の形成

水・土砂防災研究ユニット 主任研究員 前坂 剛



はじめに

平成26年8月20日未明、広島県で集中豪雨が発生し、広島市の安佐南区、安佐北区を中心に甚大な土砂災害が発生しました。平成26年の8月は台風や前線の影響により日本の各地で大雨が頻発し、気象庁はそれらの大雨を「平成26年8月豪雨」と命名しました。それらの大雨の中でも広島県で発生した集中豪雨では、他の大雨事例に比べて短い時間（3時間程度）に降雨が集中していました。ここでは、その広島市で土砂災害を引き起こした集中豪雨について、気象レーダーの解析結果をもとに解説します。

積算雨量

図1は国土交通省のXRAIN（XバンドMPレーダーネットワーク）と気象庁の気象レーダーで観測されたデータから解析した、8月19日18

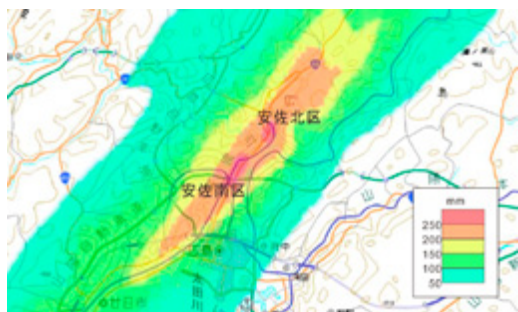


図1 国土交通省のXRAIN（XバンドMPレーダー）と気象庁の気象レーダーで観測されたデータから解析した8月19日18時から8月20日午前6時までの12時間積算雨量分布（背景地図は地理院地図（標準地図）を使用）。（作図：三隅良平）

時から8月20日6時までの12時間積算雨量の分布図です。広島市で200 mmを越える積算雨量が解析され、その領域は南西から北東の走向を持つ長さ約23 km、幅5 kmの線状の領域に集中していました。特に、土砂災害が発生した安佐南区と安佐北区周辺では12時間で250 mmを越える積算雨量が解析されました。

積乱雲群の三次元構造

図2は国土交通省のXRAINで観測されたレーダー反射因子の三次元分布を示しています。レーダー反射因子は雨雲に向けて放射した電波

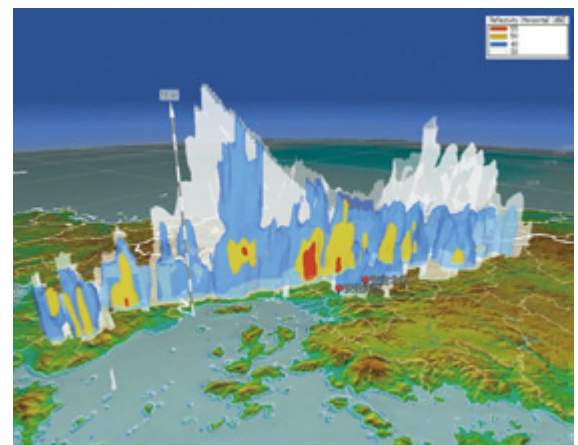


図2 国土交通省のXRAINで観測されたレーダー反射因子の三次元分布を土砂災害発生地点の南東上空から見た様子。白・青・黄色・赤の等値面はそれぞれ30 dBZ、40 dBZ、50 dBZ、55 dBZのレーダー反射因子（降雨強度換算でそれぞれ3 mm/時、12 mm/時、49 mm/時、100 mm/時）を示します。図中の赤球は、土砂災害が発生した安佐南区と安佐北区の位置を示します。図中の矢印は高度15 kmの高さを示すスケールです。地図情報は国土地理院地図（色別標高図）を利用。（作図：櫻井南海子・出世ゆかり）

がどのくらいの強さで戻って来るかを示す指標で、大きな値ほどその場所に大量の雨や雪などが存在していることを意味します。図中では鉛直方向に伸びるレーダー反射因子の大きな領域の塊が積乱雲におよそ対応します。このとき、積乱雲は広島市の周辺で一列に並んでおり、列の左（南西）側で新しい積乱雲が次々と発生し、それらが図の右（北東）方向へ移動していました。このような進行方向の背後での継続的な積乱雲群の形成を気象学では「バックビルディング」と呼びます。

バックビルディング

バックビルディングは以下のようなメカニズムで起こります。

- ①何らかの原因ではじめの積乱雲が発生し、その積乱雲が風に流されて移動する。
- ②積乱雲の下では雨が蒸発し、空気が冷やされる。冷やされた空気はまわりの空気よりも重いので地面付近で周囲に広がっていく。
- ③その広がっていく流れと、積乱雲の周りの風がぶつかるところで、新しい上昇流が発生し、新しい積乱雲が発生する。
- ④その新しい積乱雲の発生が、はじめの積乱雲の進行方向の真後ろで、積乱雲の移動方向が短時間で変化しなければ、上記①から③のプロセスを繰り返すことにより、積乱雲が一つの線のように並び、また、新しい積乱雲の発生場所が元の積乱雲からある丁度良い距離であった場合、その線は停滞する。

通常の一つの積乱雲の寿命は1時間以下です。しかも、その積乱雲が移動しながら雨を降らせた場合、ある地点で見れば、その積乱雲が通過した瞬間しか雨が降らないので、積算雨量はそれほど多くはなりません。しかし、このバックビルディングタイプの積乱雲群の場合、一つの

積乱雲が通過してもすぐに次の積乱雲が通過し、それが長時間持続します。

難しいバックビルディングの予測

上記の①～④のプロセスはいつでもどこでも起こりそうに思えます。実際にいつでもどこでも起こる可能性のある現象です。しかし、このタイプの積乱雲群が同じ場所で停滞するためには、「積乱雲の進行方向の真後ろ」で「ある丁度良い距離だけ離れた場所」に「繰り返し」新しい積乱雲が発生する必要があります。これらの条件が揃わなければならないので、この現象が「いつも起きる」現象ではなく、「まれに（時々）起きる」現象となります。

現在の気象予測技術はその微妙な条件を予測できるほどの精度がないので、バックビルディングによる積乱雲群の発生を予測することは非常に難しく、雨が降り始めてからバックビルディングであることが分かるのが実情です。

線状の降水域に注意!

現在、気象庁や国土交通省では気象レーダーで観測した降水分布をウェブページで公開しています。これらの降水分布情報の作成には防災科研の研究成果も取り込まれており、ここ数年で情報の正確さ（時間・空間分解能、降雨推定精度）は飛躍的に向上しました。これらの降水分布を見て、「強い雨の領域が線状に並んでおり、その個々の領域が線の方向と同じ方向に移動」していれば、それはバックビルディングに限らず、短時間に積算雨量が大きくなる可能性があります。普段ウェブページで降水分布を確認するとき、なんとなく眺めるだけでなく、「線状の降水域」と「移動方向」に注目することをお勧めします。

平成26年8月広島土石流災害

搜索支援地図の作成：迅速な被災状況の把握を目指して

災害リスク研究ユニット 契約研究員 内山庄一郎



はじめに

自然災害の被災地では、搜索や復旧における適切な意思決定のために、迅速な被災状況の把握技術が求められています。防災科学技術研究所では、被災地の上空から撮影した写真の解析と地図化を通して被災状況を地図化する技術の研究開発を行っています。ここでは、平成26年8月に発生した広島市土石流災害を例に、この技術の概要と具体的な手法を紹介します。

必要とされている情報は何か

平成26年8月23日午後8時に現地対策本部に入った後、被災地で活動を行うにあたり、防災科研で作成・提供が可能な地図が現地対策本部で有用かどうかを確認するべく、現場で必要とされている情報ニーズについて、自衛隊、消防、警察の各本部でヒアリングを行いました。また、撮影に使用する小型UAV（Unmanned Aerial Vehicle；小型無人機）の説明も行いました。この結果、広島県広島市安佐南区の緑井八丁目、八木三丁目、四丁目を撮影対象地域とし、撮影画像に住宅地図を重ねた縮尺1:1,500の搜索支援地図を作成することを決定しました。

撮影に使用した機材

今回は、4つのプロペラを持つラジコン電動マルチコプターに1,600万画素のデジタルカメラを搭載した小型UAVを使用しました。機体

の総重量は約1.5kg、対地高度150m以下の低空を時速36km程度で飛行し、2秒間隔で自動撮影します。飛行経路と飛行高度は事前に設定しておき、手動操縦が不要な自律飛行を行います。これにより、肉眼では機体が点にしか見えないような遠距離でも正確なコースで撮影できます。

撮影から解析まで

現地入り翌日の8月24日に14回のフライトを実施し、約5,500枚の画像を撮影しました。同日の正午過ぎより、広島大学の計算機をお借りして、SfM-MVS（Structure from Motion and Multi-View Stereo）技術による撮影画像の解析を開始しました。この解析により、建物や樹木を含む地形の高さ情報と、撮影した写真を繋ぎ合わせたオルソモザイク画像（正射投影画像）を得ることができます。オルソモザイク画像は正確に住宅地図と重ね合わせる事が可能です。



図1 八木三丁目地区（県営住宅）の写真地図
小型UAVで撮影した画像からSfM-MVS解析によりオルソモザイク画像を作成。現地対策本部には住宅地図を重ねたものを提供。（住宅地図には個人名が表示されているため、図では写真地図のみ示した。）

この写真地図（図1）によって、住宅の被災状況や土砂堆積状況などを視覚的に把握できます。

ここまでの処理には計算時間を含め約12時間を要しました。現地対策本部には印刷した写真地図とデジタルデータを提供しました。

土砂はどこに厚く溜まるのか

我々が到着した被災一週間後の現場では、全域が泥状の土砂と瓦礫に覆われており、行方不明者の捜索も人海戦術で行っている状況でした。この状況の中で、より厚く土砂等が堆積している場所が明らかになれば、重点的に捜索すべき地点を決める際の有力な情報になりうると考え、小型UAVで撮影した地域について土砂等の堆積厚さを求めることにしました。

被災前後の高さの差を求める

災害前の土地の高さデータを得るために、国土地理院が2008年に撮影したデジタル空中写真を購入し、SfM-MVS処理を行いました。さらに、対象地域内の正確な位置と高さの情報を得るべく、8月29日に被災地内で約30点のGNSS測量（※）を行いました。被災前の2008年デジタル航空写真と被災後の小型UAV画像に対し、現地で測量した地点の位置と高さの情報を地上基準点として与えることにより、被災前後の二時期の高さデータが得られました。さらに、GIS（地理情報システム）を用いてこの差分を計算することにより、土石流の流路や家屋が流失した場所は低くなり、土砂が堆積した部分は高くなるといった、高さの変化を図化した地図が得られました。この地図は測量を行った当日に解析を行い翌日の8月30日に対策本部に提供しました。

※GNSS測量：GPS衛星などを利用した測量手法

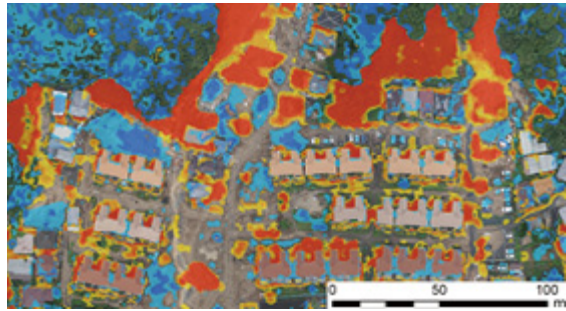


図2 八木三丁目地区の被災前後の高さ変化地図：赤系がマイナス（流失等）、青系がプラス（堆積等）被災前後の写真から解析した高さデータの差分を求め、流失した家屋や堆積した土砂の厚さを図化した。

課題：社会実装に向けて

防災科研では、平成26年8月広島土石流災害の対応として、小型UAVによる低空空撮画像と被災前の空中写真とをSfM-MVS技術で解析することにより、被災状況の地図化を行いました。これによって、災害対策本部などにおいて以前は白地図に記入していた断片的な情報が、より詳細かつ面的に把握可能になりました。現地ではこれらの地図を印刷しラミネート加工して活用している様子を見せていただきました。社会実装に向けた課題の一つは、撮影から図化までに要する時間の短縮です。遅くとも発災後72時間以内に現場に捜索支援助地図を提供することが理想です。解析に使用する写真が増えると計算時間も長くなります。小型UAVは飛行高度が低く写真の枚数が多くなります。実機のヘリや航空機から撮影した画像の併用も必要です。次の課題は本技術の普及です。全国各地で発生する自然災害に迅速に対応するには、撮影、SfM-MVS解析、測量、差分解析までの一連のプロセスをマニュアル化し、技術の普及を目指す必要があります。

災害対応の現場では、被災状況を知る技術が強く求められています。本技術がその解の一つになるか、今後も検証と実践を進めていきます。

インドネシア型組積造住宅における耐震補強工法の実大振動実験



災害リスク研究ユニット 今井 弘

はじめに

インドネシアでは、平成16年スマトラ沖地震（アチェ）、平成18年ジャワ島中部地震（ジョグジャカルタ）、平成21年スマトラ沖地震（パダン）など、近年大きな地震が起こるたびに、建物の倒壊による甚大な人的被害が生じています。その主たる原因は、レンガでできた脆弱な組積造住宅の倒壊によるものです。住民や現地の職人によって建設される、建築基準に則っていないこのような「ノンエンジニアド住宅」に対する耐震補強工法の開発が、インドネシアをはじめとする途上国の地震防災にとっての重要な課題となっています。

実験概要

本実験は、2014年6月5日に当研究所の大型耐震実験施設を使用し、インドネシアの典型的な庶民住宅を再現したレンガ組積造住宅と、



図1 阪神大震災の100%の入力時の模様

同じ住宅を、現地で入手可能な安価なワイヤーメッシュで耐震補強した2棟のモデルの比較倒壊実験を実施し、耐震性能と挙動特性の把握及び耐震補強工法の効果の検証を行いました。また倒壊による落下物の人体への影響評価のための衝撃力計測と、意識向上ツールとしての住人目線の動画撮影を実施しました。

実験結果

研究者、留学生、報道関係者ら100人が見学する中、振動台実験を計3回行いました。阪神大震災の85%の揺れでは、2棟とも目に見える被害はなかったものの、震災と同等の100%の振動が加わると、無補強住宅の壁は一瞬で崩れ落ちました。（図1）傍らのマネキン人形もレンガの下敷きになり、被害の大きさも想像できました。これに対し補強住宅は、震災の110%の揺れを再現しても、細かなひび割れもなく、耐震補強の有用性が実証できました。

さいごに

耐震補強に使用したワイヤーメッシュは、現地で鶏小屋用の鉄製網で、どこでも入手可能で安価であり、施工も壁面の仕上げのモルタル塗りの際に施工することができ簡易です。

今後の途上国の被害軽減に向け、今回の実験を意識向上ツールとして、安価で簡単に施工できる耐震補強工法として普及の役に立てたいと考えています。

大型降雨実験施設を用いた斜面崩壊実験

水・土砂防災研究ユニット 酒井 直樹



はじめに

近年、伊豆大島（平成25年）や広島（平成26年）の土砂災害では、数時間にわたり時間雨量80mm超の強い雨が降り続き災害が発生しています。このように多様化してきた雨により発生する土砂災害に対して、今後どう備えればいいのか、このような課題を解決するため、斜面にセンサーを設置しモニタリングを利用した、メカニズム及び予測研究に関する斜面崩壊実験が行われました。

実験概要

この実験では、降雨時に発生する斜面崩壊でも一般的な表層崩壊を模擬しています。模型の形状は、総斜面長は7m、幅9m、土の厚さ1m、高さ5mの大型斜面模型です。斜面は、川砂で一定の密度で作られ、計測項目として、変位、水分量、地下水位等を測るセンサーが設置され、崩壊まで計測がなされました。また、日本地すべり学会の協力により7社の企業に参加頂き開発中のセンサーも設置しました。

実験では、時間雨量50,75,100mmと段階的に強度を変化させ3時間後（総雨量225mm程度）に崩壊しました。

最初の2時間程度は、地下水も変位もほとんど変化しませんでした。その後地下水位が上昇し、それとともに変位が増加し崩壊に至りました。

さいごに

今回の公開実験は、広島での土砂災害発生直後だったこともあり、テレビ、新聞等の報道関係者の方々が100名余りの参加がありました。

また、民間企業が参加したセンサーを検証実験は、実用化の期待とともに今後の新たな防災研究の形として注目を集めました。

今後は、このようなメカニズム研究、センサー開発、実用化の流れを、シームレスに繋げるような共同実験を行い、減災技術の開発を支援してきたいと思います。



図1 崩壊後の斜面（斜面に見えるのはセンサー）



図2 崩壊後の実験概要説明（中央が著者）

高圧化した火山性流体のマッピングに成功

(平成26年7月4日プレス発表)

地震・火山防災研究ユニット 武田哲也



これまで巨大地震が発生した直後に火山噴火が起きた事例が世界中で多数確認されています。しかし、なぜ巨大地震後に火山噴火が起きるのかその仕組みはよくわかっていませんでした。今回、日仏の共同研究グループ（以下、研究G）によってその手がかりがみつかりました。

平成23年3月11日にマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震（以下、東北沖地震）が発生しました。その地震規模は日本における観測史上最大のものでした。防災科研では高感度地震観測網（Hi-net）を日本全国に展開しており、全国約800地点に設置された地震計で記録された東北沖地震前後の貴重なデータを収集することができました。

ところで、近年常時微動（自然現象や人間活動によって常に生じている地球の揺れ）を用いて地下の様子を推定する地震波干渉法の研究が目覚ましく発展しています。この手法の特徴は、従来の解析では“ノイズ”として除外されてきた常時微動のデータを逆に使用することにあります。研究Gは、この地震波干渉法を使って、地震波が地下で伝わる速度の時間変化をマッピングする手法を開発しました。そしてこの手法をHi-netのデータに適用して、東北沖地震前後の地震波速度の変化を計算しました（図1）。

この解析結果から、東北沖地震前後での地下の地震波速度が低下した場所が明らかとなりました。その大きな特徴は、顕著な低下が、震央から離れた、それも特に火山地域において見ら

れることです（図1中の領域AおよびB）。これは、特定の火山地域が、東北沖地震による大振幅を持った地震波の通過による影響を受けたことを示しています。研究Gでは、この速度低下の原因を、火山の下で高圧状態にあった火山性流体（火山ガス、熱水、マグマなど）が、地震波が通過する際の“揺さぶり”によって周囲の岩石にダメージを与えたと解釈しました。さらに、地震波通過による影響の受けやすさを調べたところ、震央から遠い領域AやBでは、震央近傍より弱い地震波が通過していたにも関わらず影響を受けやすいことがわかりました。この受けやすさの違いは、地下の火山性流体の圧力状態を反映していると考えられ、今後、火山活動の評価に利用できる可能性があります。

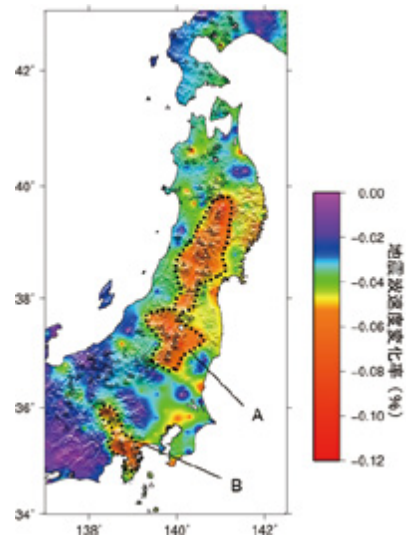


図1 東北沖地震前後の地震波速度の変化
地震発生前半年間の平均と地震発生後の発生日を含む5日間の平均との比較。暖色になるほど速度低下が大きいことを示しています。△は第四紀火山を示します。（Brenugier et al., Science, 2014に加筆）

行事開催報告

自治体総合フェア 2014に出展

平成26年5月21～23日に東京ビッグサイトにおいて、自治体総合フェア2014が開催され、防災科研は展示会への出展と出展者ワークショップを行いました。

出展では、官民協働危機管理クラウドシステム等を積極的にアピール。プロジェクターでテーブ

ルに情報を投影する手法を取り入れ、多くの来場者の注目を集めました。出展者ワークショップでは、「官民協働危機管理クラウドシステムの紹介～分散相互運用による効果的な自治体災害対応～」と題して講演を行い、自治体向けの情報システムに参加者の大きな関心を集めました。

行事開催報告

雲仙岳火山観測施設ボーリングコアの公開



コア試料展示風景

防災科研は全国各地の活動的な火山を対象に、基盤的火山観測網(V-net)の整備を進めています。長崎県・島原半島の雲仙岳火山では、3ヶ所で火山観測施設を設置しました。各火山観測施設にはネットワーク接続された広帯域地震計、地震傾斜計、GPS地殻変動観測装置などが設置されています。このうち地震傾斜計は観測ノイズを低減するため深度約200mの観測井戸内に設置されています。

この観測井戸掘削の際に採取されたボーリングコア岩石試料は様々な地層・岩石で構成されています。普段見ることのできない地下の岩石を通じて、雲仙岳の成り立ちや火山防災について考える一助にさせていただくべく、島原半島ジオパーク協議会事務局、九州大学附属地震火山観測研究センター、国土交通省雲仙復興事務所の協力を得て、平成26年7月20日(日)に島原市・島原外港駅にほど近い雲仙復興事務所旧資料館にて一般公開を行いました。当日は残念ながらわか雨が度々降る不安定な天気となりましたが、雨の合間

を縫って熱心に観察を続ける地元地質愛好家の方もおられました。

今回はコア試料の展示のほかに、火山講座や子ども火山実験も行いました。火山講座では「火山の観測とデータのよみ方 明日からあなたも火山学者?」と題し、棚田総括主任研究員が防災科研の火山観測体制や様々な火山現象の観測事例についてお話ししました。

子ども火山実験では15名ほどの子ども達に、身近な材料を使って噴火のメカニズムや火山観測の方法を体験する3つの実験「メントスコラで火山噴火」「火山を作ってボーリング調査しよう」「地震計を作ってみよう」に挑戦していただきました。子ども達もさることながら、保護者の方が熱心に参加する姿も見受けられました。

今後ともこのような一般公開イベントを通じて、火山噴火現象の理解と火山防災に役立つ情報発信ができるよう努めてまいります。



「火山を作ってボーリング調査しよう」実施風景

真夏のアウトリーチ活動

つくばちびっ子博士

つくば本所で、7月22日(火)、8月4日(月)、11日(月)、25日(月)の4日間、つくば市とつくば市教育委員会主催のつくばちびっ子博士で「Dr. ナダレンジャーの真夏の自然災害実験教室」を開催しました。各日2回各60分の実験教室では、防災教育の普及を目的に、突風、雪崩、土石流、落石、地震などを身近な道具でわかりやすく実験をしながら解説。会場は夏休みの親子連れで賑わいました。子どもたちは、大きな自然現象がミニチュアサイズで目の前で再現されるたびに歓声

を上げ、子どもだけでなく大人も楽しみながら学べる実験教室となりました。

(合計来場者数2,337名)



サマー・サイエンスキャンプ



高校生のための先進的科学技术体験合宿プログラム(日本科学技术振興財団主催)「サマー・サ

イエンスキャンプ」を、7月28日～7月30日の3日間開催しました。今年は、「自然災害を学ぶ!～災害に強い社会を目指そう～」というテーマのもと、最先端で活躍している研究員が様々な実験や実習等を行いました。

防災に関してとても関心の高い高校生たち30名が、北は青森県から南は沖縄県にわたる全国各地から集まり、熱心にプログラムに取り組みました。3日間という大変短い期間でしたが、とても貴重な時間を過ごし、充実した表情で防災科研を後にしたのが印象的でした。

霞ヶ関子ども見学デー

「霞ヶ関子ども見学デー」に、防災科研として8月6日・7日、参加しました。

文部科学省をはじめとした府省庁などが連携して、親子のふれあいを深め、子どもたちが夏休みに広く社会を知る体験活動の機会とするとともに、施策に対する理解を深めてもらうことを目的として、例年開催されています。防災科研のブースでの、ナダレンジャーの子どもにわかりやすい実験教室は、例年通り、多くの子どもたちの目を釘付けにしました。ストローハウス作り体験では、スト

ローで家を作り、すじかいを加えることでわかりやすく建物の耐震について学ぶことができました。



行事開催報告

雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所 一般公開

防災科研は8月8日に「真夏の吹雪～暑い夏に世界一の施設で大雪体験～」というテーマで、雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所(新庄市)の一般公開を実施しました。これは雪や氷の



雪氷防災実験棟における吹雪体験

身近な現象について学び、雪氷防災についての知識や関心を高めてもらうことを目的として毎年この時期に開催しているもので、今年は230名の方が来場しました。

来場者は展示されたパネルの前で雪崩などの雪による災害や当所の活動について研究者から説明を受けたり、雪や氷を使った各種の実験を楽しんだりしました。

中でも人気があったのは、天然雪に似た結晶形の人工雪を降らす世界最大の降雪装置を備えた雪氷防災実験棟における、マイナス10℃の吹雪体験でした。真夏のさなかの吹雪体験に子供たちは歓声をあげていました。

防災科研は今後も雪氷災害の知識普及や防災への意識向上のための活動に取り組んでいきます。

行事開催報告

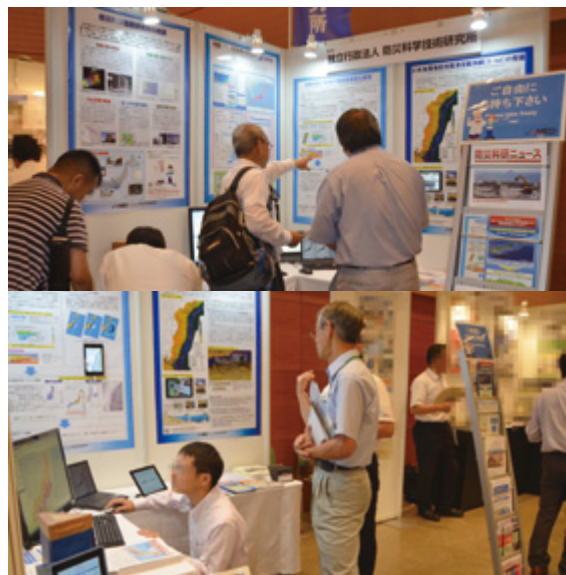
第5回「震災対策技術展」宮城に出展

防災科研は、8月7～8日に宮城県仙台市で開催された第5回「震災対策技術展」宮城―自然災害対策技術展―(震災対策技術展宮城実行委員会主催)にブース出展を行いました。

出展では、研究成果の普及を目的に、全国地震動予測地図をWebページ上で閲覧できる地震ハザードステーション「J-SHIS」等のデモンストレーションや、東日本太平洋沖に整備中の日本海溝海底地震津波観測網(S-net)の紹介、また地震津波の即時予測技術高度化研究の紹介を行いました。会場ではJ-SHISで地震ハザード情報を診断し、その場でハザードカルテを印刷して提供しました。

研究成果を具体的にどのように活用できるのか知りたいという自治体関係者等の来場が多い印象でした。特に現在宮城県亘理町にS-netの地上局舎が建設中であることもあり、S-netの整備状

況や観測データの提供方法等に関して多くの質問が寄せられました。同展示会には両日を通じて3,645名の来場者がありました。



日本地すべり学会と共催で「真夏の防災教室」を実施

8月19日(火)「真夏の防災教室」をつくば本所で開催しました。「真夏の防災教室」は、日本地すべり学会の研究発表会に伴う県民講演会として開催されたもので、地すべり学会と防災科研の共催となります。

こどもたちは土屋学会長、岡田理事長のご挨拶の後、納口契約専門員による「Dr.ナダレンジャーとわくわく科学実験!」、株式会社藤井基礎設計事務所の藤井先生による「模型実験の達人 藤井先生と山崩れを楽しく学ぼう!」の授業を受けました。地すべり学会向けにアレンジされたDr.ナダレンジャーの実験ショーや、藤井先生による山崩れの防止方法の解説などに会場のこどもも大人も全員が見入っていました。

授業の後の自由時間では、森林総研所有のミニチュア雨降り装置で降雨体験をしたり、先生たちに質問をしたり、実験装置や模型をそばで観察し、防災に関する知識を深めているようでした。

用意したエッキーに対して液状化への質問が出たり、ゲリラ豪雨の質問が出るなど、子どもたちの自然災害への興味と理解を促進することが出来たイベントとなりました。



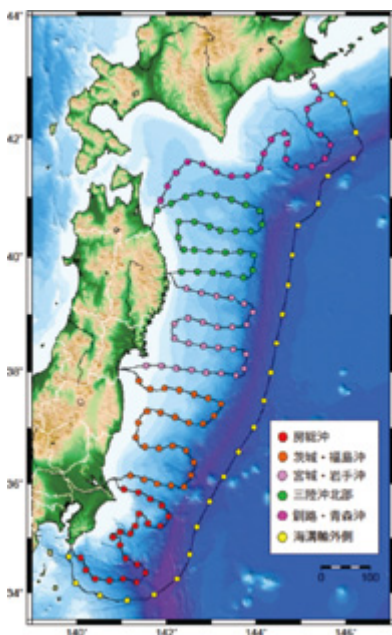
ナダレンジャーの実験ショーに見入る子どもたち



藤井先生による山崩れの解説

報告

日本海溝海底地震津波観測網の略称「S-net」に決定



「S-net」観測点と海底ケーブルの配置

日本海溝海底地震津波観測網の略称が「S-net」に決定しました。

これは観測網の英語名称、Seafloor Observation Network for Earthquakes and Tsunamis along the Japan Trench の頭文字 S、N、E、T をとったものです。

「S-net」の名称が広く親しみを持って呼んで頂けるよう、防災に活用頂けるよう本格運用に向けて整備を続けています。皆さまのご支援とご協力、宜しく申し上げます。

真夏の豪雨体験（大型降雨実験施設公開）

防災科研は、8月27日(水)につくば本所の大型降雨実験施設で豪雨体験を実施しました。

今回の体験会場となった大型降雨実験施設は、自然の降雨状態を再現する降雨装置としては世界最大級の規模・能力を有する施設です。具体的には、散水面積：44m×72m、降雨強度：1時間に15～300mm、雨滴粒径：0.1～6mm、雨滴落下高：16mというものです。

普段は、大型模型斜面を用いた土砂災害軽減研究、土壌浸食に関する研究、降雨中のレーザーレーダの減衰機構の研究など幅広く研究に使用されていますが、この日は豪雨の怖さを実感し、防災に役立ててもらおうことを目的に、時間あたり300mmという豪雨体験が行われました。

平日の体験会でしたが、直前に広島で大規模な土砂災害が発生したこともあり関心も高く、また夏休み中でもあったため、親子連れを中心に約450名の参加がありました。参加者からは300mmの豪雨のすごさ、怖さを実感した、との声が多く上がっていました。

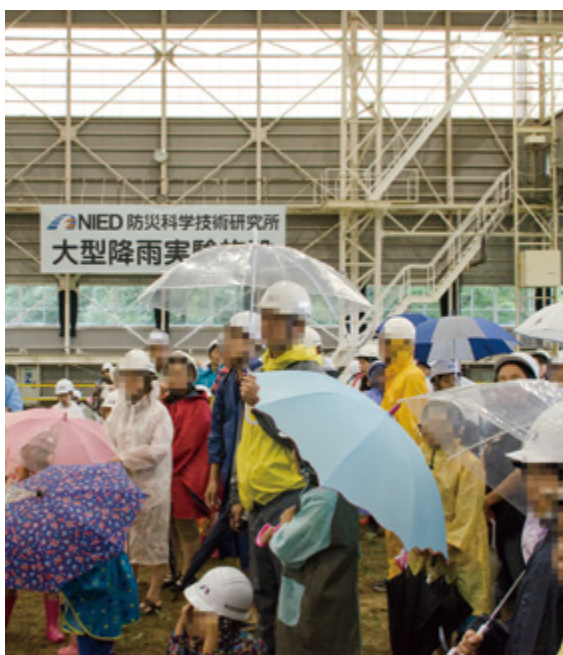


写真1 開始を待つ参加者



写真2 時間あたり300mmの豪雨（1）



写真3 時間あたり300mmの豪雨（2）



写真4 ポスター展示も大盛況

情報処理学会第76回全国大会大会奨励賞を受賞

災害リスク研究ユニットの東 宏樹研究員が、「集客施設の防犯カメラ映像を利用した地震動映像アーカイブシステムの構築」により、情報処理学会第76回全国大会大会奨励賞を受賞しました。今回受賞した発表は、科研費「室内震災リスク軽減のための集客施設での防犯カメラ映像の分析とデータアーカイブ化(研究代表者：東工大・翠川三郎教授)」に関する内容です。

東 宏樹研究員は「震災を受け、危機感を共有した産学官が協力しあうことで、今回のようなシステムを構築することができた。アーカイブした揺れの最中の貴重な映像のように、災害時に得られる様々な情報を後世に残していくことで、災

害を受ければ受けるほど強靱になっていく社会づくりが可能になる」と語っています。

なお、授賞式は来年3月の第77回情報処理学会全国大会(京都)にて執り行われる予定です。



受賞したアーカイブシステムの画面

リスク研究学会アジア会議にてポスター発表で銀賞を受賞

災害リスク研究ユニットの中須正研究員がリスク研究学会アジア会議(2014 Society for Risk Analysis-Asia Conference)にてポスター発表で銀賞(2nd Prize)を受賞しました。同学会台湾事務局より選出された6人の選考委員によって、28課題のうち優れたポスター発表を行った3課題が表彰されました。

受賞ポスター An Integrated Approach for Assisting Local Disaster Preparedness through Web Service: How to Combine Research Findings with Local Management (Webサービスを通じた地域防災準備体制支援のための統合的アプローチ:研究成果をいかに地域防災につなげるか)は、白田裕一郎研究代表、田口仁研究

員、半田信之研究員、李泰榮研究員との共著によるもので、平成25年度から始まった文部科学省からの受託研究「地域防災対策支援研究プロジェクト」課題①「統合化地域防災実践支援Webサービスの構築」に関する内容です。

具体的には、防災に関する研究成果は数多くありますが、Webサービスによってそれらを実際の地域防災に役立つようにする防災科研の取り組みです。今回の受賞は、日本での防災科研における本研究の取り組みが、広くアジア地域からの参加者の高い関心とともに評価されたものです。この受賞を励みに、今後の地域防災活動の実践により貢献できるよう研究を推進していきたいと考えています。