

防災科研ニュース

特集

- ・MP レーダと X-NET
- ・不意打ちの豪雨があなたを襲う
- ・ゲリラ豪雨の予測
- ・2008年の浸水被害から見えるもの
- ・豪雨による土砂災害発生を予測する

行事開催報告

- ・第8回国土セイフティネットシンポジウム～本格運用から一年たった緊急地震速報～

- ・第3回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築～研究成果の中間報告～」
- ・防災研究フォーラム第7回シンポジウム～アジア型巨大災害に挑む～
- ・次世代型火山ハザードマップに関する研究集会
- ・防災科学技術研究所 第6回成果発表会
- ・津波堆積物調査によるインド洋の津波繰り返し周期とその挙動の推定に関する国際シンポジウム



特集

ゲリラ豪雨災害の予測をめざして

高度に発達した交通網や通信網を有し、数百万の人が生活する大都市には、局地的な豪雨に対する脆弱性が内在しています。アスファルト舗装の道路や密集したコンクリート建物のために、局地的な豪雨があると雨水が一気に下水道へ流れ込みます。排水処理機能がこれに追いつかない場合には雨水が下水道からあふれ出し、道路や鉄道の冠水、繁華街や地下街での浸水による被害が発生します。

例えば、2008年には、東京都豊島区、兵庫県神戸市、愛知県岡崎市などで、局地的な豪雨による河川等の増水により尊い人命が失われま



親水公園が整備された都市河川

した。この「ゲリラ豪雨」とも称される局地的な豪雨は、急激に発達するために、全国を対象とする現業のレーダネットワークでは捉えられない場合があります。

防災科研では、このような局地的な豪雨の監視と予測技術を確立するために、マルチパラメータレーダを用いた研究をおこなってきました。現在、その成果を活用して、MP レーダネットワークを三大都市圏に整備する計画が国土交通省により進められています。本特集では、ゲリラ豪雨災害の予測をめざした防災科研の取り組みについてその概要をご紹介します。

なお、サイエンスチャンネルの「サイエンス百人一首」という5分間の番組で、「ゲリラ豪雨は予測できるのか?～ドップラーレーダーネットワーク」と題して、MP レーダネットワーク(X-NET)が紹介されています。合わせて、ご覧いただければ幸いです。

http://sc-smn.jst.go.jp/8/bangumi.asp?i_series_code=D084504&i_renban_code=008

MPLレーダとX-NET

ゲリラ豪雨をとらえる新しい観測システム

水・土砂防災研究部 主任研究員 岩波 越



気象レーダ

「では雨雲の動きを気象レーダ画像で見てください。」テレビやインターネットの気象情報で、気象レーダの画像が利用されることが増えてきました。気象レーダは回転するアンテナから電波を発射し、雨粒に当たって返ってきた電波を受信して、雨雲の位置や強さを知ることができる便利なりモート・センサです。雨量を直接測れる測定器として雨量計がありますが、測れるのは雨量計を置いた地点だけですし、雨水をためる必要があるため、測定は普通5分から10分間隔です。一方、気象レーダは1秒間に30万kmも進む電波を使っているため、数10秒で100から数100km四方の広範囲の雨の強さを測ることができるという特長を持っています。

マルチパラメータ (MP) レーダ

従来の気象レーダは、雨粒に当たって返ってくる「電波の強さ」から雨の強さ、雨の量を推定していました。しかし、強い雨の中で電波が弱められたり、雨の降り方によって電波の強さと雨の強さの関係が変化したりするために、地上雨量を正確に見積もるのは容易ではなく、雨量計の測定値を使って補正することが必要でした。正確に測れる雨量計と広い範囲を測れる気象レーダの利点を組み合わせた方法といえますが、測定に時間がかかってしまいます。

防災科研は、2000年にXバンド偏波ドップ

ラーレーダを開発導入し、雨の量をより正確に測る研究を進めてきました。多くの項目を測定できるので、このレーダを「マルチパラメータ (MP) レーダ」と呼んでいます。また「Xバンド」というのは利用している電波の周波数帯 (9ギガヘルツ帯) の呼び名で、波長にするとおよそ3.2cmです。2003年からは神奈川県海老名市にこのレーダを設置して、梅雨時から秋雨・台風シーズンにかけて半径80kmの範囲の降雨連続観測を行っています。

ところで、雨粒はどんな形で降ってくるかご存じでしょうか。「涙」や水道の蛇口から落ちる「しずく」のイラストによく見られる縦長の形を想像する方が多いと思いますが、実は図1のように「お供え餅」のような横につぶれた形をしています。落下中に空気の抵抗を受けるために、小さい雨粒は球に近く、大きな雨粒ほど扁平になるのです。MPレーダはこの雨粒の形を利用して雨の強さを正確に測ります。



図1 雨粒の直径と形

MPレーダは従来のレーダと異なり、水平方向と垂直方向に振動する二種類の電波を同時に使っています (図2)。返ってくる「電波の強さ」ではなく、この二種類の電波が雨雲の中を通過する時の「伝わり方の違い (偏波間位相差)」を利用して雨の強さを見積もるのです。この「伝

わり方の違い」は、雨粒が横長の形をしていることによって生まれます。強い雨により電波の強さが弱められてもこの情報は得られますし、雨の降り方によらず雨の強さとの間にばらつきの小さい対応関係があるので、正確に雨の量を推定できます。このため、雨量計による補正を必要とせず、気象レーダが本来持つ一瞬にして広範囲の雨をとらえる利点が活かせるのです。

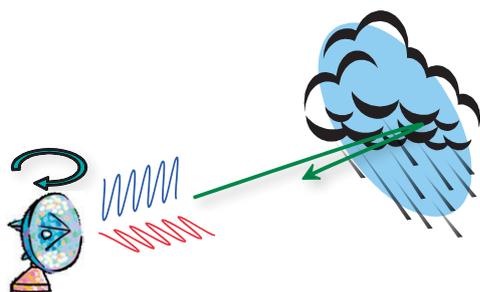


図2 MPレーダが利用する二種類の電波

X-NET

防災科研は、豪雨・強風を500m格子、5分間隔の細かさで監視するために、防衛大学校、中央大学、日本気象協会と協力して、首都圏に「Xバンドレーダネットワーク(略称X-NET)」を構築中です。2008年には図3に示したとおり、防災科研のMPレーダ2台(神奈川県海老名市、千葉県木更津市)と3機関のドップラーレーダ3台の合計5台のレーダをネットワークで結び、観測データをリアルタイムで防災科研(茨城県つくば市)に集めて処理し、雨と風の情報をインターネットで試験公開しています。

ドップラーレーダは、風を測ることができるレーダで、MPレーダもこの機能をあわせ持っています。X-NETで得られる風の情報については、別の機会に紹介します。

図4は東京が激しい雷雨に襲われた2008年7月29日夜、東京都練馬区での各時刻までの1時間雨量について、気象庁アメダス雨量計とMPレーダの測定値を比較したものです。海老名

MPレーダによって、約45km離れた練馬の雨量が正確に推定できたことが示されています。

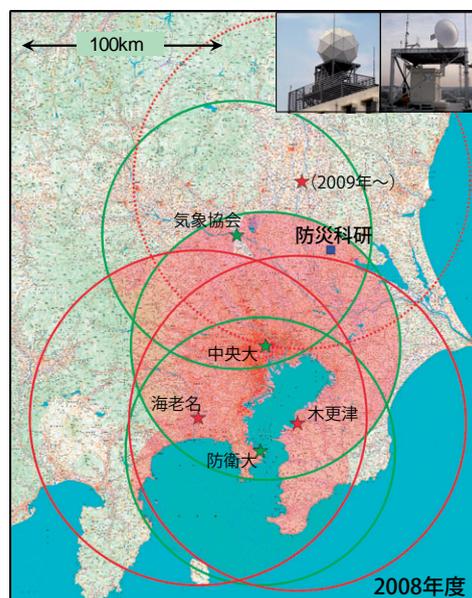


図3 X-NETの配置図。赤星印がMPレーダ、緑星印がドップラーレーダ。赤い円内が雨の観測範囲、赤影域が風の推定範囲。写真は海老名(左)と木更津(右)のMPレーダ。

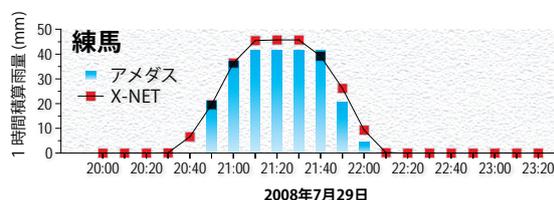


図4 1時間雨量の比較図。棒グラフがアメダス雨量計測定値、折れ線グラフがMPレーダによる推定値。

以降の記事で詳細を紹介しますが、このように正確できめ細かな雨量情報が得られるMPレーダネットワークは、「ゲリラ豪雨」とも呼ばれる急発達する局地的豪雨の監視と予測に非常に有効であることが実証されました。

このXバンドMPレーダネットワークを三大都市圏等に整備する計画が国土交通省で進められています。防災科研の研究成果が防災の現場に活かされることになったと考えています。XバンドMPレーダネットワークにより、豪雨の観測は新しい時代に入ろうとしています。

不意打ちの豪雨があなたを襲う

ゲリラ豪雨による災害

水・土砂防災研究部 主任研究員 三隅良平



避難も間に合わず

夏休みの午後、空はおだやかに晴れていました。2008年7月28日、神戸市都賀川では、たくさんの子供達が川遊びを楽しんでいました。午後2時半すぎ、急に小雨が降り始めたので、何人かの子供は橋の下で雨宿りをしました。すると雨足が強くなってきたので、引率者とともに川から避難を始めたのですが、その直後に上流からものすごい勢いで水流が押し寄せ、数人が川に飲み込まれてしまいました。この日の災害で子供を含む5名の方が亡くなりました。

2008年8月5日午前、東京都豊島区周辺は曇り空でした。雑司が谷2丁目では、下水道の老朽化対策工事のため、11名が作業に当たっていました。11時40分ごろ雨が降り始めたため、地上の担当者からマンホール内の作業員に注意喚起がありました。その後急激に雨足が強くなり、地上作業員からマンホール内の作業員に「あがれ」と指示をしたものの避難が間に合わず、5名の方が流されました。そのうち1名の方はマンホール内の足掛け金具につかまりながら救助を求めたものの、あまりの水流の強さに力尽きて流されたといえます。

2008年8月16日19時すぎ、栃木県鹿沼市に住む主婦のAさんは、中国から帰国した息子さんを迎えに行くために軽自動車を運転していました。東北自動車道の下を市道が通る、いわゆるアンダーパスを通過しようとしたところ、

車が水につかり、そこで停止してしまいました。すると見る見るうちに水位が上昇し、水圧で車のドアが開かなくなり、車の外に出られなくなってしまいました。携帯電話を使って110番通報したものの救助が間に合わず、母親に向けた携帯電話で「お母さん、さよなら」の声を最後に死亡するという大変痛ましい災害がありました。この日は鹿沼市で67ミリの1時間雨量が記録されています。

MPレーダによる観測

防災科研は、防衛大学校、中央大学、日本気象協会と共同で「Xバンドレーダネットワーク(X-NET)」を運用しています。神奈川県海老名市と千葉県木更津市に配置されたマルチパラメータレーダ(MPレーダ)は、回転させるだけで高精度に雨量の分布を得ることができます。東京都豊島区雑司が谷で災害のあった2008年8月5日も、5分間隔、500mメッシュで雨量と風の情報を取り続けていました。図1は雑司が谷で災害が起こった前後の、1時間雨量の分布を示しています。観測データは現場付近に猛烈な雨が降っていたことを示しており、局所的に雨量が100ミリを超えています。さらに驚くべきことは、その範囲は直径がわずか3km程度しかないことです。これは気象庁が展開しているアメダス観測網(約17kmメッシュ)よりはるかに細かく、通常の気象観測で捉えることが非常に困難な現象であったことがわかります。

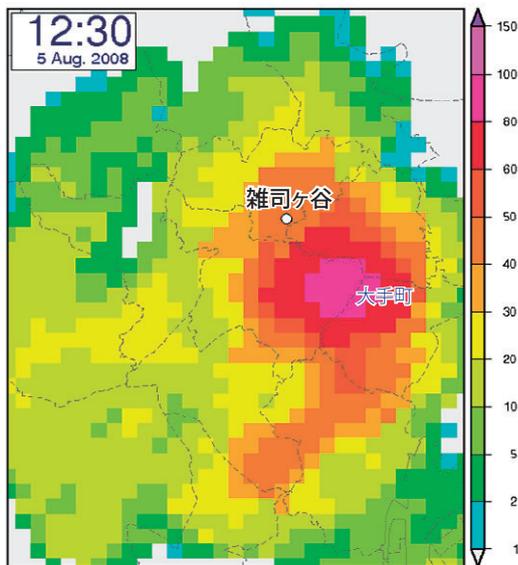


図1 神奈川県海老名市に設置されたMPレーダから推定された、2008年8月5日11:30～12:30の1時間雨量の分布(500mメッシュ)

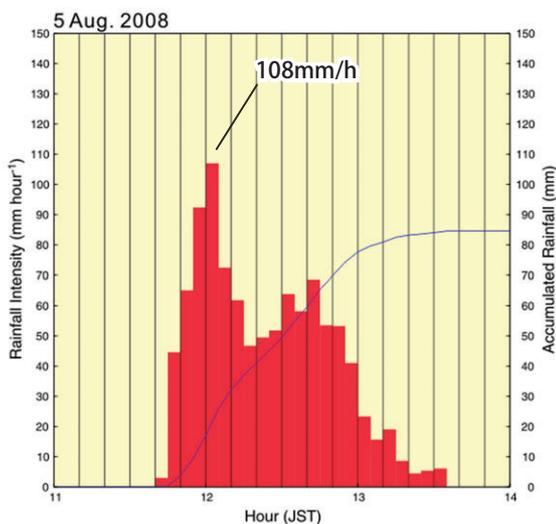


図2 MPレーダから推定された、2008年8月5日11:00～14:00の豊島区雑司ヶ谷における、降雨強度(時間雨量に換算した雨の強さ)の変化

図2は、MPレーダで推定された事故現場付近の雨の強さを5分毎に棒グラフで示したものです。グラフによると、現地で雨が降り始めたのが11:40頃ですが、その後急激に雨が強まり、12:00からの5分間は1時間雨量換算で108ミリに達しています。通常20ミリの雨が降ると土砂降りといわれますので、この雨がいかに猛烈であったか想像できると思います。また注目

すべきことは、雨の降り始めからわずか5分後に降雨の強さが時間当たり40ミリに達し、その5分後には65ミリ、また5分後には90ミリという具合に、ものすごい勢いで降雨が強まっていったことです。

X-NETは、豪雨をもたらした積乱雲の鉛直構造を観測するのにも成功しました。図3は大雨のピークにおける、豊島区雑司ヶ谷周辺のレーダエコーの東西-鉛直断面図を示しています。特に雨の強い場所では、雨雲がほとんど直立しており、高さが9kmを超えていました。この高さは夏の積乱雲としてはごく普通ですが、1時間程度同じ場所にとどまっていたことが、局所的な大雨につながったと考えられます。1時間に100ミリもの雨をもたらす積乱雲は関東地方としては極めて異例で、どちらかというとも梅雨末期に九州で形成されるような積乱雲の性質に近いと考えられます。

このような激しい雨の降り方が今後増える傾向にあるのかどうかは、大変気になるところです。現段階でははっきりしたことは言えませんが、もし地球の気候が暖かくなっていくとするならば、激しい雨の頻度が増加していくであろうことは、多くの研究者の意見の一致するところです。都市化が進むことにより地面がアスファルトに覆われ、降った雨が川に入るまでの時間が非常に短くなってきています。このため激しい雨が降ると、あっという間に川や側溝の水位が上がりやすくなっています。今後もこのような豪雨による被害が起こることを前提に、行政レベル、住民レベルで対策を立てていくべきでしょう。

ゲリラ豪雨に備える

それでは、いつ、どこで襲われるかも知れないゲリラ豪雨から身を守るにはどうすれば良い

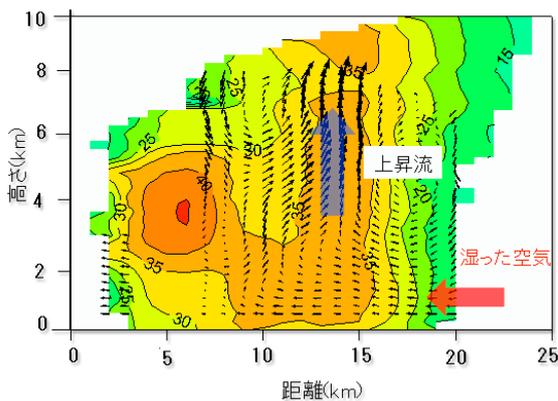


図3 雑司が谷付近に豪雨をもたらした積乱雲の鉛直断面図(2008年8月5日12:00、X-NETの観測による)。等値線はレーダ反射強度 (dBZ)、矢印は風のベクトルを表す。

のでしょうか。災害時の判断を支えるのは災害に対する事前の備えです。

・土地環境を知る

都市域では、土地環境が大きく改変されている場合がよくあります。図4は、2008年8月5日のゲリラ豪雨で下水道作業員の方が被災された豊島区雑司が谷付近について、現在の状況と昭和5年(1930年)の状況を比較したものです。昭和5年当時、事故現場付近を流れていた鶴巻川が、現在は無くなっていることがわかります。これは鶴巻川全体を地下に埋設し、暗渠(あんきょ)にしたためです。つまり今回工事が行われた下水道は、元々は川だったわけです。たとえ地下に埋設して下水道にしようとも、川であった場所には周囲から水が集まってくる性質があります。ですから激しい雨が降れば、水流が強くなるのは必然であり、このことを充分念頭に置いておかねばなりません。

・その場所で起こった過去の災害を知る

普段はわずかしき水が流れていない穏やかな川であっても、大雨が降ると様相が一変し、とんでもない暴れ川になる場合があります。2008年7月28日のゲリラ豪雨で水害を起こ

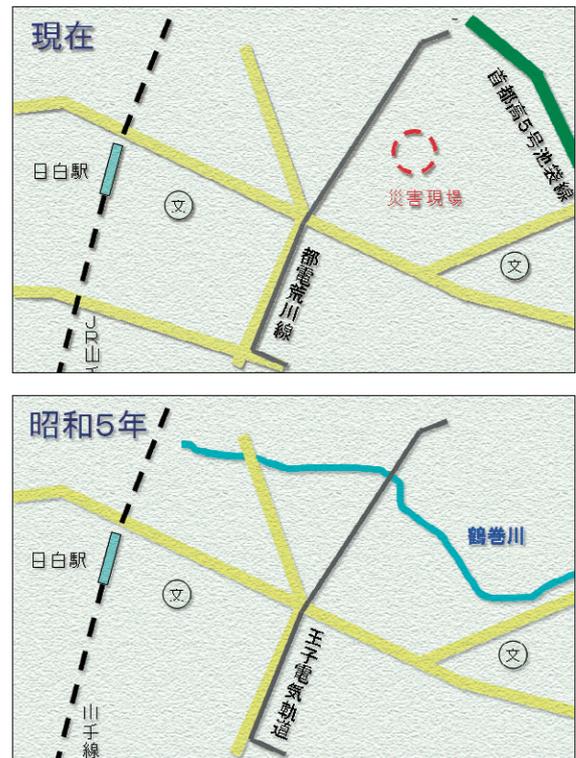


図4 豊島区雑司が谷付近の見取り図

した都賀川も、そんな川の1つです。

1938年(昭和13年)7月3日～5日にかけて、神戸市周辺に記録的な大雨が降り、河川の氾濫や土石流、がけ崩れで未曾有の被害が生じました(阪神大水害)。このとき、土石流による被害を発生させた川の1つが都賀川です。上流で起こった崖崩れにより土砂が川に入り、土石流が橋を破壊しながら下流に進み、家屋をも飲み込んだと言われています。もちろんその後の河川改修で同じような災害は起こりにくくなっているのですが、やはり過去にそのような災害履歴をもつ川であることは念頭に置かねばなりません。自分が住んでいる周辺で過去にどのような災害が起こったかを、図書館で調べたり、古くから住んでいる人に聞くなどして、学んでおくことが大切です。

・普段から気象情報に注意する

インターネットや携帯電話の普及により、簡単に気象情報にアクセスできるようになりました。中にはレーダ画像など、雨雲の動きがわかるものもあります。普段から気象情報にアクセスし、雨雲の動きを見る習慣をつけておくと、いざという時に早めの行動がとれるようになります。

・土砂災害にも注意する

ここまでは水害の話が中心でしたが、突発的な大雨によって土砂災害が起こることがあります。土砂災害というと山間部のみで起こる災害というイメージがありますが、実際には平野にある都市域でもよく起こっています。人工的に切り取られた斜面や造成中の宅地など、思わぬところが崩れてくる危険があります(写真1、写真2)。「斜面に亀裂が入っている」「斜面の表面に水がしみ出ている」「プチプチ音がする」などの異常は、土砂災害の危険信号です。

MPレーダの普及を

2008年に各地で起こったゲリラ豪雨による災害は、現在の防災体制の限界を露呈させました。特に気象監視の観点から明らかになった点としては、以下が挙げられます。



写真1 造成中の宅地における土砂災害の例



写真2 工事中の斜面が雨で崩れた例

・雨量計ではゲリラ豪雨の監視はできない

雨量計は、基本的には雨を貯めることによって雨量を測っているため、一般には雨量の計測に10分程度要します。ところが2008年に起こったゲリラ豪雨災害の多くは、雨が降り始めてから20分程度で災害が起こっています。このような立ち上がりの早い雨の監視には、雨量計では時間がかかりすぎて間に合いません。

・従来の気象レーダでは監視が困難

これまで用いられてきた気象レーダは、得られた値を雨量計で補正する方法が用いられています。この方法では、データが得られた後に雨量計データの到着を待たねばならず、やはりゲリラ豪雨のような突発災害には情報伝達が時間的に間に合わないと考えられます。

MPレーダは回転させるだけで精度よく雨量が測れるため、最低20秒でデータを得ることができます。この情報を速やかに現場に伝達すれば、突発的な豪雨に対する緊急の避難情報として有効になると考えられます。今後MPレーダの普及を図るとともに、それに基づく適切な警報作成・伝達手法の研究が重要になります。

ゲリラ豪雨の予測

予測精度を飛躍的に向上させる MP レーダ

水・土砂防災研究部 主任研究員 加藤 敦



はじめに

2008年夏、神戸市の都賀川や東京都の雑司が谷における水害は、いずれも急激な出水で5名の尊い命を奪い、社会的な問題として大きくクローズアップされました。同様の被害がその1ヶ月前に東京都の呑川（死者1名）でも生じています。国土技術政策総合研究所の調べによれば、ここ3年間で20件以上の被害の報告があります。マスコミなどでゲリラ豪雨と呼ばれる、このような突発的で局所的な豪雨を捉え予測することは、防災上非常に重要です。ここでは、最新の研究成果の一部を紹介します。

MPLレーダの導入と予測精度の向上

雨量を予測するには二つの方法があります。一つは気象学における物理現象をできるだけ詳細にモデル化し予測する手法です。この方法は雨量以外にも気温や気圧、湿度など様々な気象要素を予測しますが、同時に多くの観測変数が必要となり、その観測の不十分さが大きな誤差の原因になります。特にゲリラ豪雨のような短時間の局地的な豪雨の予測には適用が難しいのが現状です。もう一つは、気象レーダなどにより雨域の空間的な分布を捉え、その移流や発達・衰弱などを概念化し予測する手法です。つまり、上空の風により雨雲が流される方向や移り変わる方向、山岳などの地形により雨雲が発達する過程などを過去のレーダ画像などから特



写真1 神奈川県海老名市に設置したMPレーダ

定し、現在の雨域の空間的な分布がどのように変化していくかを予測します。今回問題になっているような数分から1時間の範囲の予測において、最も精度の良い手法と言われています。さらに、この予測手法の大きな長所として、その計算負荷の小ささがあります。現在、当研究所のワークステーションを用いたシステムで要する計算時間は数十秒程度です。そのため、レーダ観測間隔と同じ数分間隔で予測を更新することが可能で、急激な雨域の発達や衰弱を伴う豪雨に対しても、いち早く予測を更新することによって対応できます。

しかし、この手法にも大きな問題があります。それは初期値となるレーダによる雨量観測自体

の精度が不十分であることです。それを解決すると期待されるのが、当研究所で開発したMPレーダ(写真1)です。MPレーダは従来型レーダに比べ、飛躍的に雨量推定精度を改善することが可能です。図2は雑司が谷の豪雨を当研究所のMPレーダで観測した結果と地上雨量計で観測した結果を比較したものです。比較のために従来レーダによる観測結果も示します。この図から分かるように、MPレーダによる観測精度の向上が実際の観測結果から検証されています。

さて、本題の雨量の予測精度はどうでしょう。図2にレーダを用いた雨量の予測結果を観測結果と比較して示します。この事例は、図1とは別の事例ですが、神奈川県や千葉県の各地で豪雨による災害が生じた際の事例です。図2から明らかなように、MPレーダを用いた予測では強い雨域の予測に成功しています。MPレーダの導入はその時点の監視精度(初期値)をよくすることに留まらず、予測精度をも飛躍的に向上させることが可能です。

今後の課題

本稿では、MPレーダの導入により、ゲリラ豪雨のような局所的な豪雨の予測精度が、従来技術の精度を大幅に上回ることを具体例により

説明しました。しかし、雨域の発達初期段階の予測の精度は未だ不十分です。雑司が谷の水害ではこの発達の初期段階に人的被害が生じました。そのため、積乱雲の発達初期の段階での観測技術の高度化とその予測への応用手法の研究が今後重要になってきます。これからも先端的な観測技術の開発やその予測技術への応用により、風水害軽減に貢献していきたいと考えています。

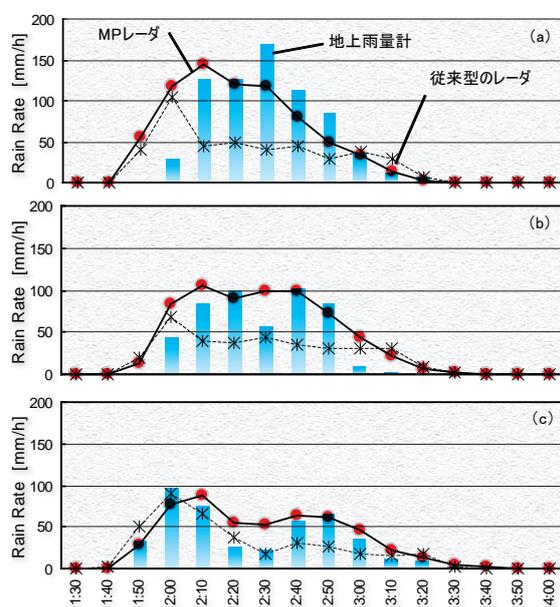


図1 MPレーダ雨量および気象庁レーダ雨量と地上雨量計との比較。2008年8月5日。雨量計はいずれも東京都のもので、(a)新宿区江戸川小学校、(b)文京区第1小学校、(c)下水道局豊島出張所。

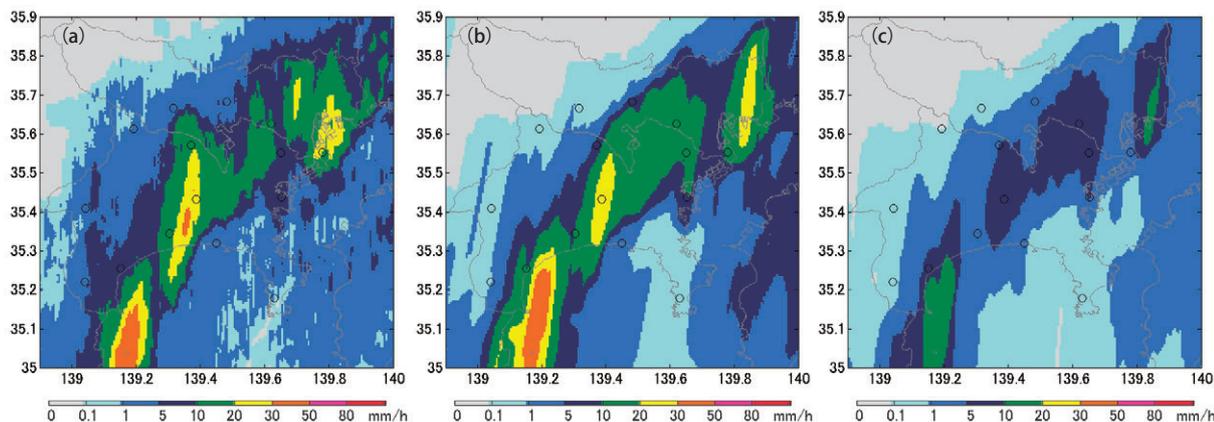


図2 1時間雨量の観測値と予測値比較。2007年9月11日。(a) 観測雨量、(b) MPレーダを用いた予測、(c) 従来レーダを用いた予測

2008年の浸水被害から見えるもの

あそこは大丈夫だろうか？

水・土砂防災研究部 総括主任研究員 中根和郎



はじめに

我が国では毎年、豪雨による洪水災害が発生しています。2008年も最大時間雨量100mmを越える豪雨が金沢市、岡崎市などで発生したため、中小河川が氾濫し、大きな浸水被害が発生しました。記録的な局地豪雨は中小河川の急激な水位上昇を引き起こし、河川の氾濫を起こします。被災者の多くは、事前の対策を取る余裕もなく、その場の対応に忙殺されました。この他、記録的な豪雨でなくとも、急激な増水により、兵庫県神戸市の都賀川の親水公園で遊んでいた児童や園児ら5人が流され、死亡する事故、東京都豊島区では下水道工事中の5人が逃げ遅れ、死亡する事故が発生しました。また、鉄道や幹線道路の下を通り抜ける道路のアンダーパス部の低地が突然の豪雨で深く浸水し、車が気づかずに進入する事故が京都府向日市や栃木県鹿沼市で起きました。鹿沼市では水没した車から自力で脱出できなかった女性が亡くなりました。

どこでも起こり得る豪雨により、身近な場所が、こんなにも危険になるということを、多くの方があらためて感じたと思います。周辺を見渡すとあそこは大丈夫だろうか？と思えるところが幾つか思い当たるのではないのでしょうか。これらの情報を記載した防災マップやハザードマップが次第に市町村で整備されてきています。また、豪雨時の雨量や河川水位の情報、主要な

道路や河川の映像が公開されるようになりました。大雨・洪水注意報や警報、記録的短時間大雨情報等の防災情報が発令されている時は、上述の周辺情報に関心を持つことが重要です。また、災害に遭遇し、緊急を要する場合は、自分自身あるいは地域共同体が判断し、難を逃れる行動をとることも想定しておく必要があります。

リアルタイム浸水危険度情報

防災科研では、このような観点から、時々刻々変化する周辺地域の浸水被害危険度をリアルタイムで予測し、地域住民の方々に伝える研究を行っています。この研究では、5分毎の500m格子のMPレーダによるリアルタイム雨量情報を活用し、いつ頃、どこが、どの程度、浸水して危険になるのかを10分毎に、1時間先まで、10m格子で予測し、インターネットを通じて、住民一人一人に提供することを目指しています。現在、図1の“あめリスク・ナウ”を試験運用し、実用化に向けた検討を行っています。このホームページは、浸水情報を分かり易く Google



図1 浸水被害危険度情報の提供(あめリスク・ナウ)

Earthに重ねて、アニメーション表示できるようなKMLファイルも提供しています。これにより、防災教育や危険区域の広報への利用が容易になりました(図2)。また、計算による浸水深を検証するため、浸水しやすい箇所での道路浸水深の自動観測も始めました。



図2 Google Earthへの浸水深、浸水危険度情報の重ね合わせ

道路浸水深の自動観測

前項で述べたように、豪雨により、道路の低いところが深く浸水し、気づかずに、車で進入する事故が各地で起こっています。その多くは自力で脱出または救助されて難を逃れていますが、車に閉じこめられ、死亡する事故も、福

岡(1999年6月)、浜松(2004年11月)、前述の鹿沼(2008年8月)等で起こっています。特に、夜間に突然浸水するような場合は見通しが悪く要注意です。更に、各地で同時多発的に起こるような場合は浸水の実態が把握し難いため、救助も遅れがちで



図3 道路浸水深計の外観

す。そこで、私達は、どこでも簡単に設置でき、安価で、耐久性のある、市販の単三乾電池6個で約半年間稼動する道路浸水深計(図3)を開発しました。図4に観測事例を示します。これらの情報は“あめリスク・ナウ”で提供すると共に、祝祭日や夜間を考慮して、メールで浸水したことを自動通知することも考えています。

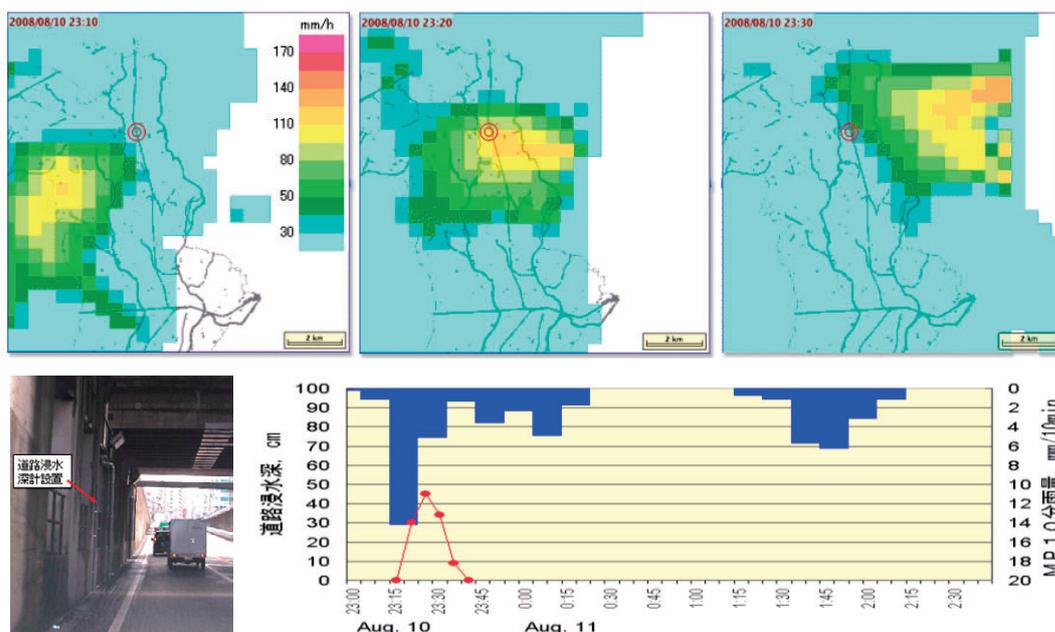


図4 道路アンダーパス部での道路浸水深の観測例、上図はMPレーダで観測された雨量強度の分布、左下は道路浸水深計設置場所、図中の赤2重丸は道路浸水深計の設置位置を示しています。

豪雨による土砂災害発生を予測する

大規模斜面崩壊実験とシミュレーション

水・土砂防災研究部 研究員 酒井直樹



はじめに

日本では梅雨期の長雨や台風等による長時間にわたる強い雨による土砂災害が毎年のように発生しています。また都市部において「ゲリラ豪雨」と呼ばれる1時間に100mmを超えるような短時間の集中豪雨が多く発生するようになり、新たな対策を迫られています。しかし、「ゲリラ豪雨」は、過去の実験が少ないため、その対策は簡単ではありません。

そこで実大模型斜面を作成し人工的な集中豪雨を与え、斜面がどのような過程を経て崩壊に至るのかを明らかにし、その過程を考慮できるシミュレーション技術の開発を行っています。そこではある斜面が、①「いつ」崩壊するのか、②「どの程度」の被害範囲になるかを予測する必要があります。

どの斜面があぶないかな？

都市域でよく見られる風景（写真1）をみてみましょう。コンクリートで覆われた斜面や緑



写真1 都市域における風景

で覆われた斜面が多数見えます。このような場合、崩壊規模は小さいが、家屋と近いため災害に至りやすいという特徴があります。そこで、緑で覆われている風化された弱い表層地層（厚さ1m程度）が崩壊するケースを考えて話を進めます。

都市域での個別の斜面に対して、崩壊を予測するのは簡単ではありません。その理由は、豪雨の降り方、地盤への浸透状況、そして土地の改変などによる斜面内の集水状況の複雑さによるものです。その予測の精度を上げるには、斜面内部の水をモニタリングするのが一つの方法としてあげられます。

大規模斜面崩壊実験

防災科研が所有する大型降雨実験施設（降雨範囲：45m×72m、降雨強度：15-200mm/hr）では、あらゆる豪雨条件下における斜面崩壊実験が可能です。例えば、写真1にあるような斜面規模を模した実大規模斜面模型（高さ7.5m、傾斜30度、層厚1.2m、幅3m、全長23m、砂



写真2 崩壊実験例（崩壊後）

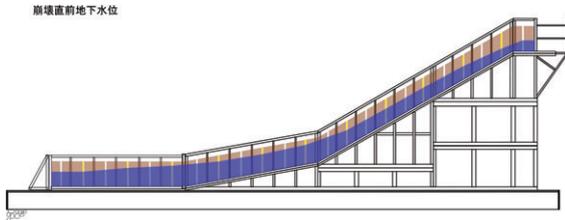


図1 崩壊直前の斜面内の地下水位

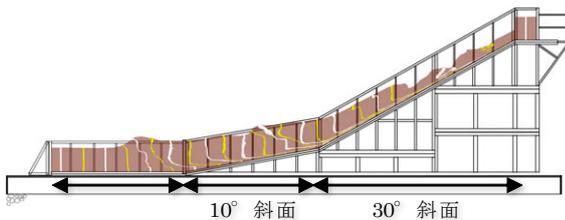


図2 崩壊後のスケッチ図

質土、降雨:100mm/hr)を用いた実験(写真2)を行いました。この実験より、豪雨時における斜面内での水の動きが明らかになり、崩壊直前には、地下水位が土層内の半分以上を占めるほど上昇していること(図1)がわかります。また、地盤が多くの水を貯留した状態で崩壊すると、平坦部まで被害域は広がることわかります(図2)。

このような崩壊前の斜面内の地下水の動きを知ることができれば、ある特定の斜面が崩壊に近づいていること(不安定化)を予測する一つの手がかりとなります。

斜面の崩壊シミュレーション

以上のような大規模な実験は、理想的な条件を模擬したものであり、写真1のような実際の斜面において危険度を知るには、周辺の条件を再現できる数値シミュレーション技術を開発する必要があります。そうすれば、地形、地表面の状況、地盤の種類や強さおよび降雨の条件をいろいろ変えて、対象とする斜面がどんな条件で危険になるかを判断できるようになります。ここでは、そのようなシミュレーション技術の

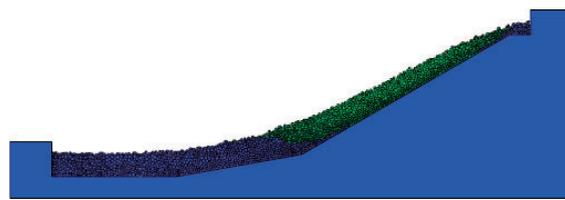


図3 崩壊シミュレーション例(崩壊直前)
暖色の方が変位が大きいことを示す

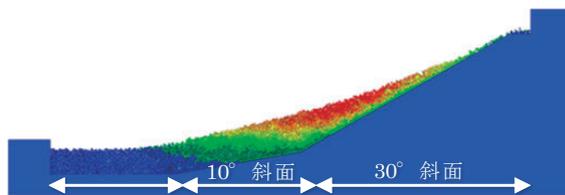


図4 崩壊シミュレーション例(崩壊後)

一例として不連続変形法(DDA)による解析事例を紹介します。この解析法は、地層を小さな粒子の集合体でモデル化しており、不安定化する場所や崩壊後どこまで被害が及ぶのかということシミュレートできます。図3から、崩壊直前には30度の斜面の部分が不安定になっていることがわかります。また、図4では崩壊後に赤で示した土塊部分が斜面をすべり落ちて平坦部まで地盤が変形しており、図2に示す実験結果と良く一致しています。この解析手法によりどんな降雨条件の時に不安定になりやすいか、そしていつ崩壊するのか、また被害範囲を予測することが可能となることわかります。

おわりに

このようなシミュレーション技術を現場に適用するためには、対象斜面の地質地形調査や地盤調査とともに、斜面内部の水の状態を簡便に安価にモニタリングできる技術の開発も重要です。また、斜面内の水の影響をどのようにモデルに取り入れるかについての検討も必要であり、今後、実験とシミュレーションの両輪で研究を進めて参ります。

行事開催報告

第8回国土セイフティネットシンポジウム～本格運用から一年たった緊急地震速報～



表記のシンポジウムが2月5日にパシフィコ横浜において、防災科研、日本地震工学会およびリアルタイム地震情報利用協議会の共催により開催されました。

同シンポジウムでは、2007年10月から一般への提供が開始された緊急地震速報のこれまでの実績を踏まえ、緊急地震速報の正しい理解と利活用の普及促進、そして更なる精度改善のために緊急地震速報を提供する側とそれを利活用する側の代表的な方々を招き、講演や利活用の事例紹介を通じ、これまでの到達点と今後の課題等について意見交換が行われました。防災科研からは、中村主任研究員が「稠密な強震観測網による緊急地震速報高度化の可能性」について講演を行いました。

パシフィコ横浜で開催されていた第13回震災対策技術展では、防災科研から「災害リスク情報プラットフォームの開発」と「統合化地下構造データベースの構築」を出展し、大変盛況でした。

行事開催報告

第3回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築～研究成果の中間報告～」

防災科研は、独立行政法人産業技術総合研究所、独立行政法人土木研究所、社団法人地盤工学会と共催で「第3回シンポジウム 統合化地下



構造データベースの構築 ～研究成果の中間報告」を、2009年3月6日に日本科学未来館みらいCANホールで開催しました。

本シンポジウムは、平成18年度から開始した科学技術振興調整費重要課題解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」の研究成果を広く公開すると共に、地下構造情報が国民共有の公的財産であるという認識のもとに、地下構造データベースのあるべき姿と今後の方向性を検討していく場として位置づけられています。

今回のシンポジウムは、5カ年計画のプロジェクトの中間年であるということで、これまでの研究成果の中間報告を各参画機関より行いました。

また、会場では、研究内容を紹介するパネルも展示し、大変盛況でした。

行事開催報告

防災研究フォーラム第7回シンポジウム～アジア型巨大災害に挑む～

表記シンポジウムが、3月7日に100名以上の参加者を迎えて、京都大学宇治キャンパス木質ホールにて開催されました。まず、午前は、第1部「アジアでの巨大災害調査報告」では、2007年サイクロン・シドルによるバングラデシュでの高潮水害、2008年サイクロン・ナルギスによるミャンマーでの高潮水害、2008年中国四川地震と地震災害に関して6件の講演が行われました。午後からは、特別講演「地震調査研究推進本部が目指すこれからの10年～『新たな地震調査研究の推進について』の策定～」に引き続き、第2部「日本での最近の災害調査報告」では、2008年岩手・宮城内陸地震災害と2008年神戸市都賀川豪雨

災害について5件の講演が行われました。さらに、第3部では、河田京大防災研究所教授の基調講演「アジア型巨大災害の変貌」が行われ、引き続き、地震・津波災害、火山災害、風水害、感染症、防災教育などに関する5件の講演が行われました。



前日に実施された自然災害体験会の様子（水の流れ込む地下階段からの避難体験）

※防災研究フォーラムは、文部科学省科学技術・学術審議会「防災分野の研究開発に関する委員会」の提言を受け、2003年に設立され、京都大学防災研究所、東京大学地震研究所、独立行政法人防災科学技術研究所の3機関が輪番制で事務局を務めている組織です。

行事開催報告

次世代型火山ハザードマップに関する研究集会

3月9日、防災科研第一セミナー室において、表記研究集会が開催されました。この研究集会は、将来の火山噴火で役に立つ、実用的で新しいハザードマップのあり方について議論すること



を目的に、火山防災研究部とつくば火山学セミナーが共同で開催したものです。

当日は、大学や研究機関、コンサルタントなどの民間企業において第一線で活躍されている方々から、現状の技術や予算・人材の活用と今後必要な技術開発などの講演をいただいたほか、行政機関からは火山防災対策などについて発表していただきました。またネットワーク三宅島の代表からは、今後のハザードマップに対する期待や提案などについて住民の視点に立った話題を提供していただき、技術論に陥りがちな議論を利用者の立場から考える好機となりました。今回の研究集会には、所内外から、会場の収容可能人数をはるかに上回る、約110名もの参加があり、次世代型ハザードマップに対する近年の関心の高まりがうかがえました。

防災科学技術研究所 第6回成果発表会

当所は、3月17日に東京国際フォーラムで、様々な機関より300名以上の来場者を迎え第6回成果発表会を開催しました。岡田理事長の開会挨拶、田中文化科学省大臣官房審議官の来賓挨拶に引き続き、第1部では、「2つの内陸型地震 ～中国汶川地震と岩手・宮城内陸地震～」というテーマの下、現地被害調査やトランポリン現象の発見などに関する3件の講演を行いました。第2部では、E-ディフェンスのこれまでの成果と今後の展望に関する講演を行いました。その後、ポスター展示を挟んで、第3部「特別講演」では、土岐憲三立命館大学教授により「文化遺産の防災に関わる研究と事業展開の現状」について講演していただきました。さらに、第4部では、「安全な社会の構築をめざして」というテーマの下、「MPレー



特別講演（土岐教授）



ポスター展示会場

ダ ～ゲリラ豪雨の事前予測と監視のための新技術～」及び「災害リスク情報プラットフォーム～基本構想と防災科研がめざすもの～」と題する2件の講演を行いました。講演概要・ポスター集は、こちらからご覧ください。<http://www.bosai.go.jp/library/publication.htm>

津波堆積物調査によるインド洋の津波繰り返し周期とその挙動の推定に関する国際シンポジウム

表記シンポジウムが2009年3月17日～18日につくば国際会議場において、欧州委員会（EC）と国際防災戦略（UN/ISDR）の後援により開催されました。

同シンポジウムでは、国際防災戦略から防災科



研への委託研究として実施されたスリランカ、インドネシアにおける津波堆積物調査研究の研究代表者、日本、スリランカ、タイ、インドネシア、アメリカ合衆国における研究者や政府機関担当者、国連教育科学文化機関政府間海洋学委員会（IOC/UNESCO）の担当者などが一堂に会して、津波堆積物に関する調査研究、津波災害軽減やインド洋津波早期警戒システムなどについて講演が行なわれました。防災科研からは中須正研究員が「津波災害軽減の考察－津波災害の社会的展望－」について講演を行いました。40名近くの参加者があり、有意義な意見交換の場となりました。

