

土砂災害予測・検知技術

国土交通省
国土技術政策総合研究所
土砂災害研究部 砂防研究室
室長 桜井 亘



1. はじめに
2. 土砂災害発生予測技術の課題
3. 土砂災害発生予測・検知技術向上の取り組み
4. 自ら身を守るためには



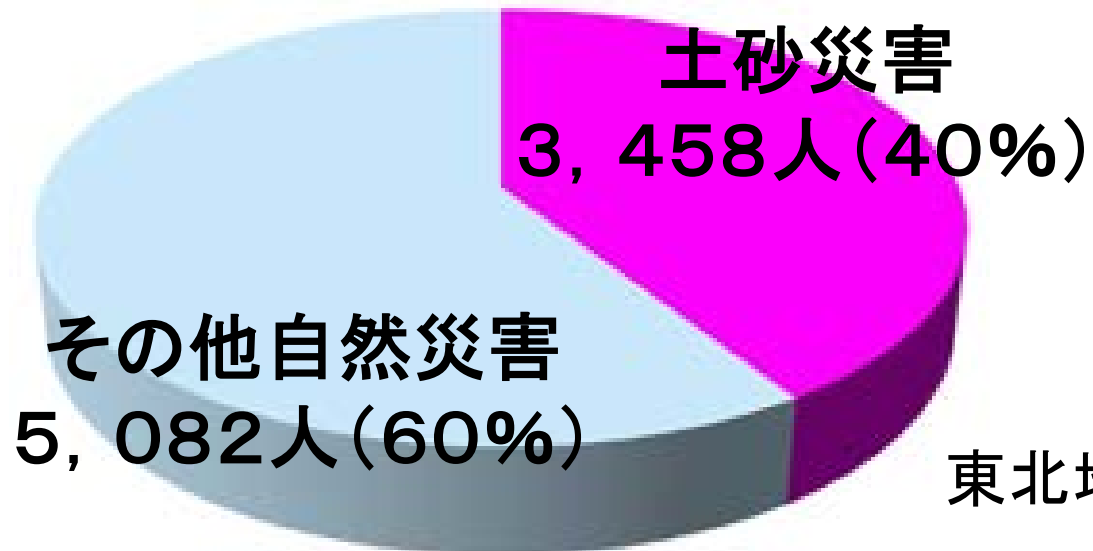
1. はじめに

自然災害による死者・行方不明者のうち、土砂災害が約4割を占める

■ 自然災害による死者・行方不明者数

(阪神・淡路大震災・東日本大震災における死者・行方不明者を除く)

昭和42年～平成24年



福島県白河市葉ノ木平
東北地方太平洋沖地震 死者13名

※各年の死者・行方不明者のうち、全自然災害については防災白書(平成24年版)による。
土砂災害については国土交通省砂防部調べ



過去10ヶ年、100件当たりの比較

	発生件数 (件)	死者数 (名)	負傷者数 (名)	致死率 (%)
土砂災害	100	2.8	1.7	62.2
交通事故	100	0.7	123.8	0.6

※ 平成16年～平成25年の資料に基づく

※ 致死率＝死者数÷(死者数＋負傷者数)×100

○土砂災害と交通事故の比較
負傷者に比べて死者の割合が高い、
すなわち**人命被害に直結する災害**である。



- ・危険の切迫を把握しにくい
- ・人命被害に直結
 - ⇒ 早めの警戒避難が必須
- ・危険箇所以外でも発生し、経時的に状況変化
 - ⇒ 想定外に対処する危機管理能力が必要

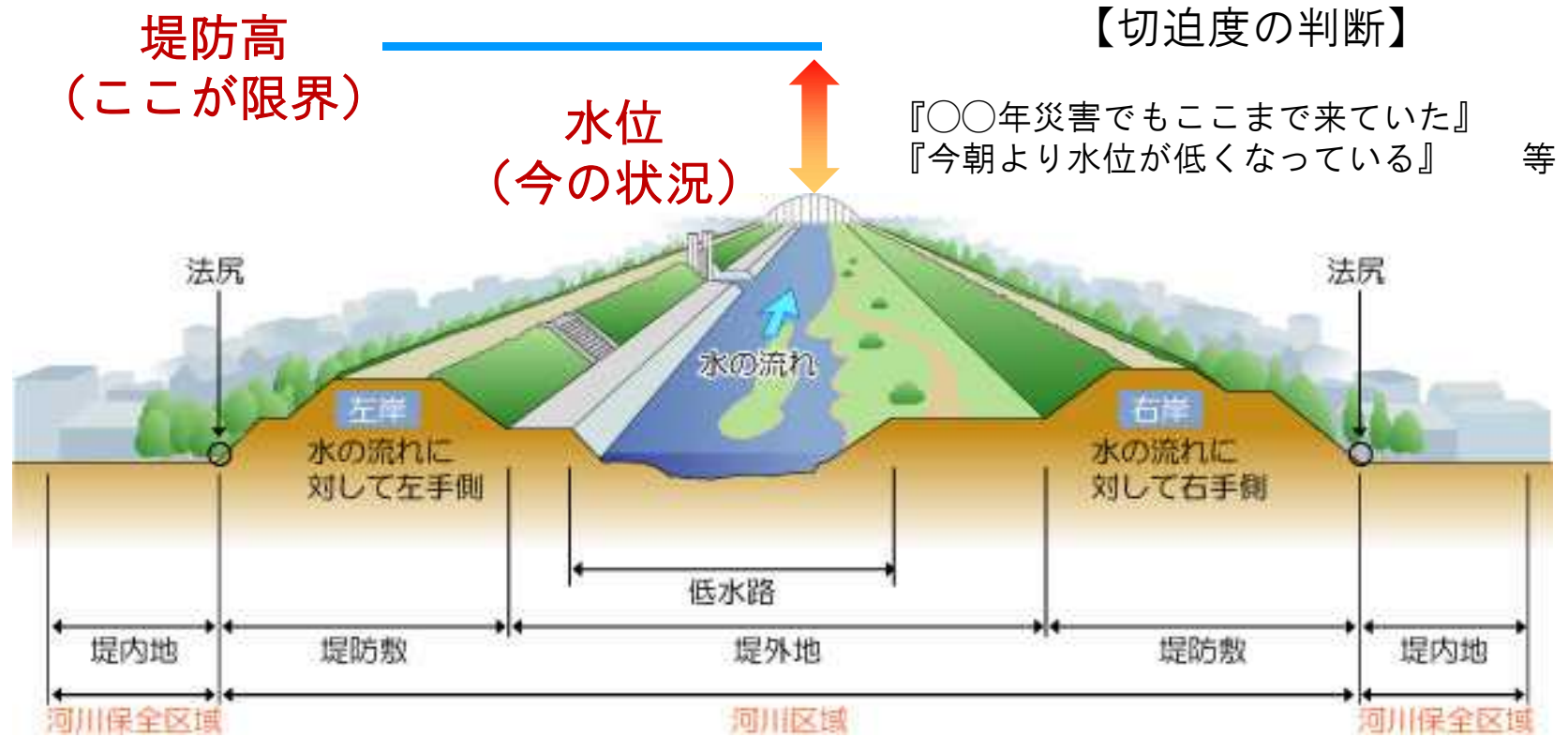


**土砂災害発生予測・検知技術の
向上が不可欠**



2. 土砂災害発生予測 技術の課題

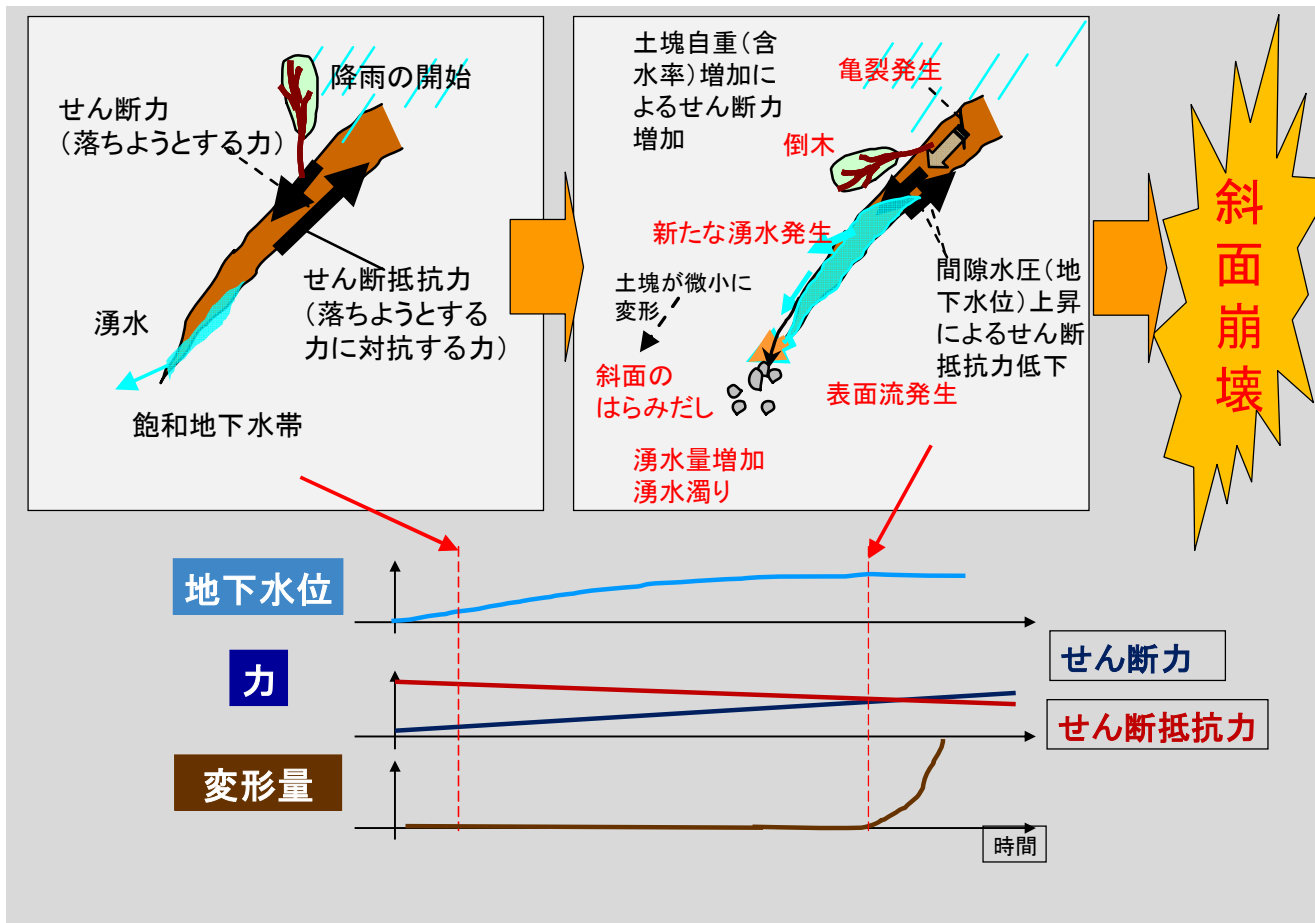
警戒避難に必要な情報の一例（越水）



■ わかりやすい洪水の切迫度に比べ...

注：簡単、という意味ではありません

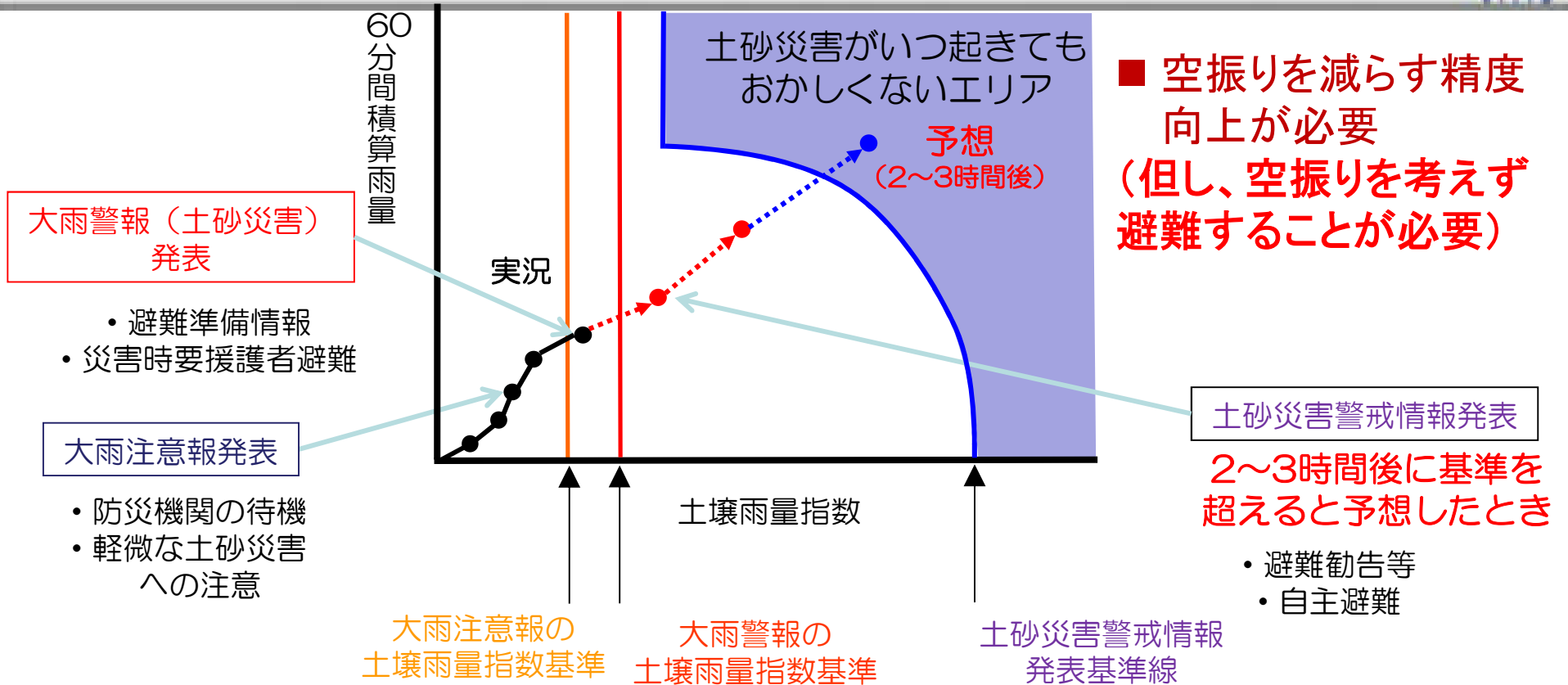
警戒避難に必要な情報（斜面の不安定さ）



【切迫度の判断】

- 地下水位の上昇 (地上で見えない)
 - せん断力 (同 見えない)
 - せん断抵抗力 (同 見えない)
 - 変形量 (崩れたら見える)
- 土砂災害では切迫度の高まりが見えにくい

土砂災害に警戒を呼びかける段階的な情報発表



● **大雨注意報**：
統計的に、大雨警報の土壌雨量指数基準の概ね1時間程度前に出現する土壌雨量指数の値を、大雨注意報の土壌雨量指数基準に設定し、その基準を超える2～6時間前に発表する。

● **大雨警報（土砂災害）**：
要援護者の避難に必要な時間を考慮し、統計的に、土砂災害警戒情報発表基準の概ね1時間程度前に出現する土壌雨量指数の値を、大雨警報の土壌雨量指数基準に設定し、その基準を超える2～6時間前に発表する。

● **土砂災害警戒情報**：
避難に必要な時間を考慮し、土砂災害発生を目安となる基準に達する概ね2時間*以上前に発表する。
(*時間は県毎に決めている)

「防災気象情報の改善に関する検討会(第1回)資料」より



○現状の土砂災害発生予測技術に関する課題と 解決策

- ① 発生基準雨量（空振り等）
→設定手法の改善・改良

- ② 切迫度の実感が乏しい（危険性の変化が見えない等）
→可視性の乏しさを補完する他の現象、情報



3. 土砂災害発生予測・ 検知技術向上の取り組み

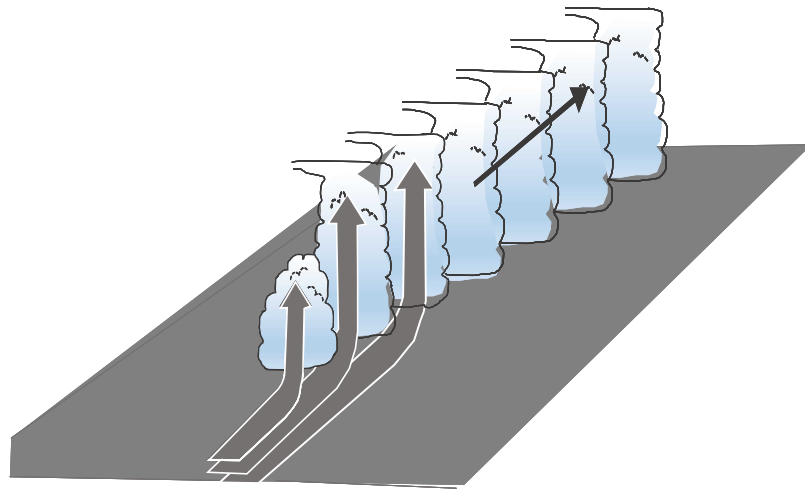
切迫度を可視化する情報としての利用



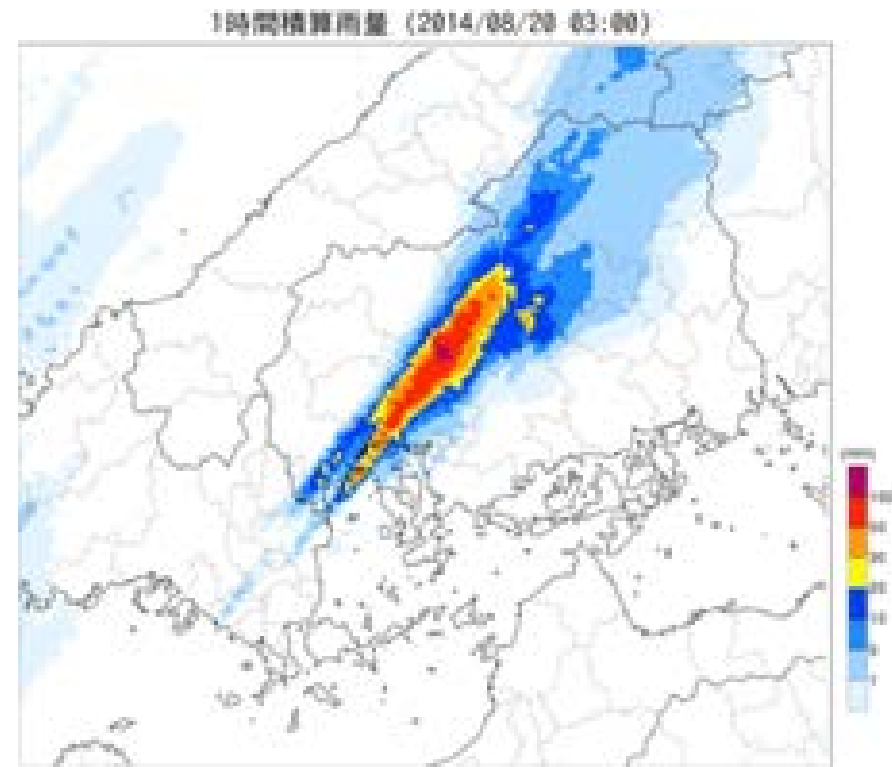
現在情報が出されているタイミングの前後
を補完する組合せの一例

危険性、切迫性を把握したい タイミング	手段
十数時間～数時間前	線状降水帯にともなう 豪雨予測
数時間前	注意報、警報
2時間前	土砂災害警戒情報
直前・発災中	Twitterのつぶやき

■ 線状降水帯による被害は、それ以外に比べて大きくなる傾向

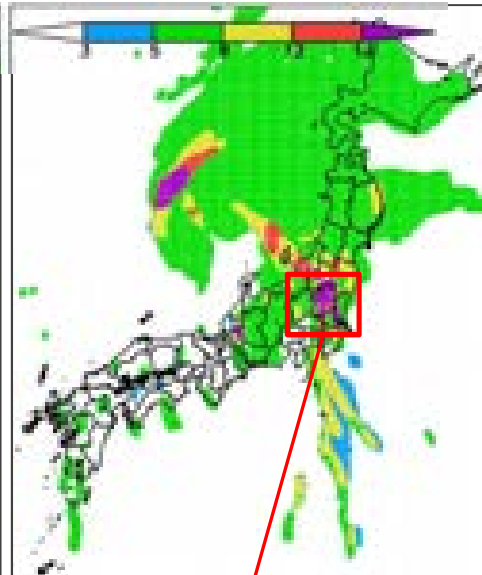
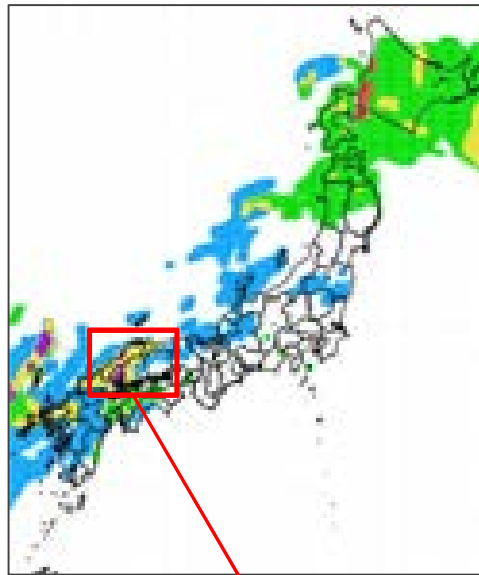


- 複数の積乱雲が線状に並ぶ
- 次々に新しい雲が来るので**数時間にわたりほぼ同じ場所で降雨が続く**



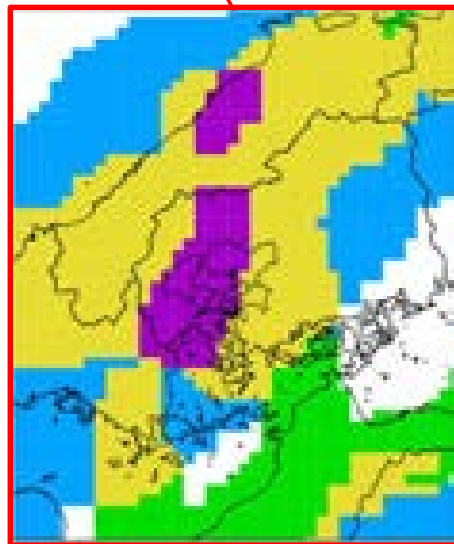
平成26年広島市

集中豪雨発生の可能性を計算

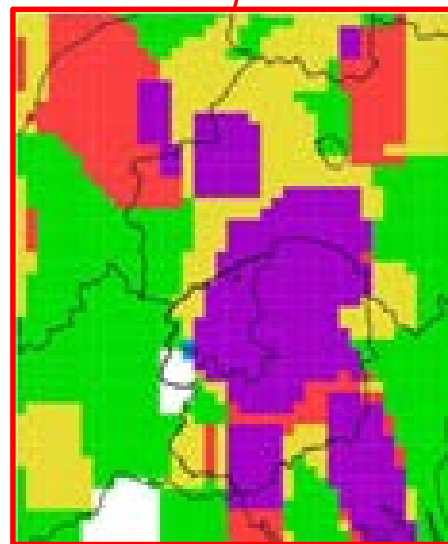


▶線状降水帯に影響を与える要素（水蒸気、風、気温による大気的不安定度）を用いて集中豪雨発生の可能性を計算。

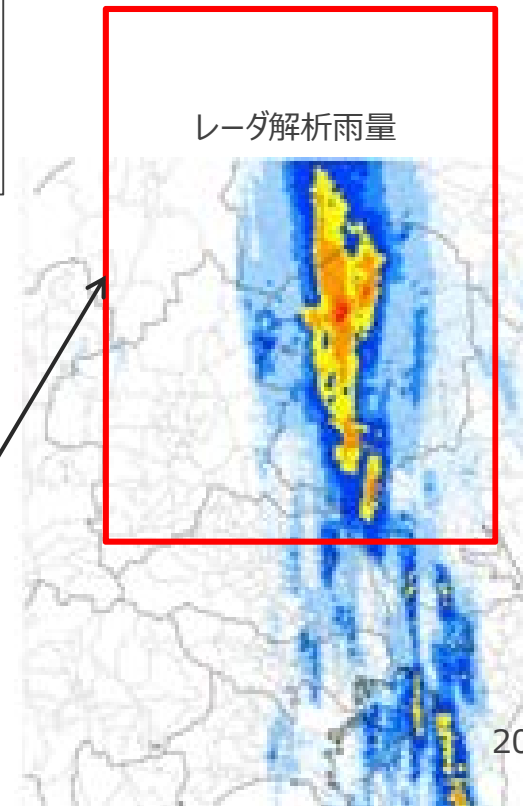
▶赤、紫が実際の線状降水帯とほぼ同範囲



2014年8月20日00:00
(広島豪雨)



2015年9月10日00:00
(関東東北豪雨)



2015年9月10日01:00
(関東東北豪雨)



■ 検証を通じてわかってきたこと

- ✓ 線状降水帯が発生する気象条件に注目すれば、面的に広がりのある集中豪雨の予測が可能。
- ✓ 災害発生の数時間前に出す注意喚起として使えるかもしれない。

時間



【 台 風 】	予測進路(接近?上陸?)	~注意報・警報~	土砂災害警戒情報
【線状降水帯】	豪雨可能性	~注意報・警報~	土砂災害警戒情報

「つぶやき情報」（ツイート）の活用



- ✓大雨開始から土砂災害発生までの間、防災担当者が**切迫度の高まり**を把握できないか
- ✓つぶやきの中に土砂災害の「**前兆現象**」はふくまれていないか。それは使えそうなのか（内容、タイミング）

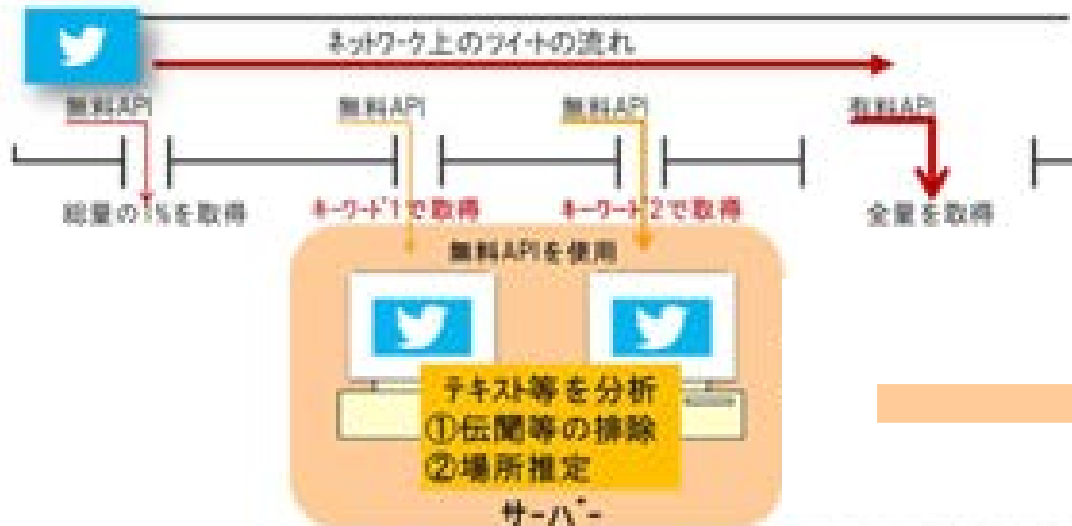


多種多様・膨大な情報から、災害に関する**直接的な目撃情報**を収集

- **キーワードを設定**し、収集ツイートを絞る
- **伝聞等の情報を排除**（Reツイート、伝聞、報道など）

ツイートに**場所情報を付与**（ツイートに位置情報はほぼついていない）

- **GPS + 場所推定**（都道府県、市町村） ※プロフィール、本文を使用



事例分析

- ✓ 2014九州北部
- ✓ 2014広島

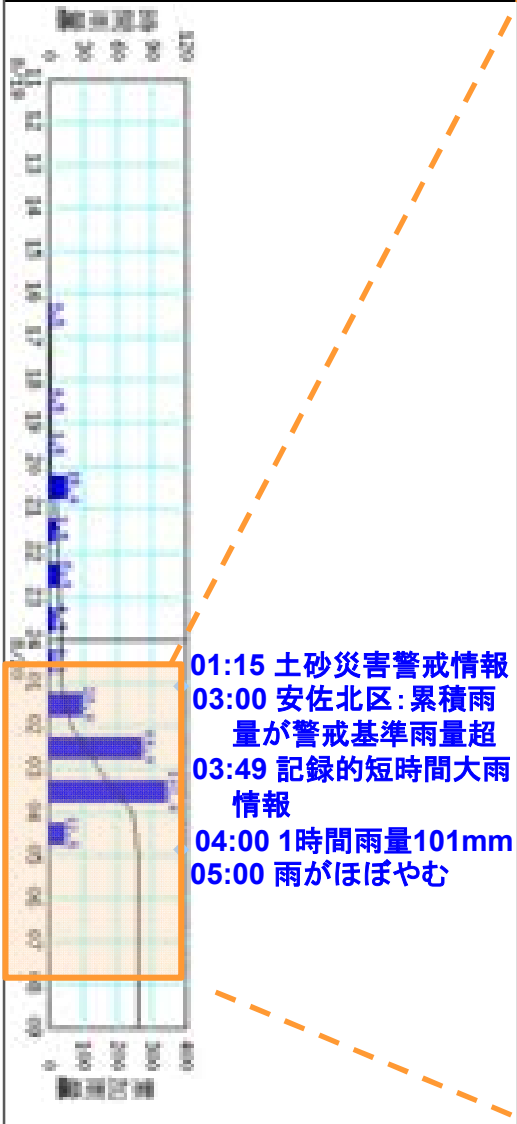
ツイートの収集と分析



ツイートで出てきていたキーワードと斜面の様子

降雨・土砂災害の推移とツイート状況（2014広島）



気象状況	行政対応等周辺状況	ツイート状況
 <p>01:15 土砂災害警戒情報 03:00 安佐北区: 累積雨量が警戒基準雨量超 03:49 記録的短時間大雨情報 04:00 1時間雨量101mm 05:00 雨がほぼやむ</p>	<p>01:32 市) 防災情報メールで土砂災害の注意喚起 01:35 市) 災害警戒本部を設置</p> <p>02:50 市) 防災行政無線で大雨の注意喚起</p> <p>03:00 安佐北区などで累積雨量が「警戒基準雨量」を超える 03:21 安佐南区山本の住民から人命救助を求める最初の119番通報 03:30 市) 災害対策本部を設置</p> <p>04:15 市) 安佐北区の一部に避難勧告 04:30 市) 安佐南区の一部に避難勧告 安佐北区可部地区で3歳男児を救助活動中の消防士が土石流に巻き込まれる 05:25 安佐北区の避難勧告が拡大 06:30 知事が陸上自衛隊に災害派遣要請 07:00 安佐北区上原で19日午前9時からの累積雨量が287mmに 08:00 安佐南区八木地区で避難所開設</p>	<p>01:08 「ガチで音やばそうw地鳴りすごい」 01:19 「これだけ広範囲に冠水したのは始めて。(後略)」</p> <p>02:05 「地鳴りすごい！ ゆれる！」 02:26 「こっちは雨は降ってないよー。山2つ向こうくらいでドドドドって雷の地響きみたいな怖い音は聞こえる(T_T)」 02:50 「川を石がごろごろ転がるときみたいな音がずっとしてる」 02:31 「家の目の前の川が初めて見るペースで増水中。」 02:51 「雨の音+雷の音+地響き+救急車の音とかやめて」 03:01 「は、わや。家揺れたと思ったら、家の前土砂崩れ。ほんまにわや。」 03:09 「結構やばい、横の山が落ちてきとる」 03:20 「八木の方土砂崩れおきとるしやばいな」</p> <p>03:32 「やば土砂崩れおきた ヤバいこわい」 03:33 「絶対土砂崩れだよ 119つながらん」 03:35 「自宅手前で土石流を見かけるという悪夢」 03:36 「土砂崩れで家の周りの家がない、、、」 03:47 「風が土臭い」 03:51 「やばい震える怖い死ぬまじで土砂崩れが家まで入ってきとる」</p> <p>以降、土砂崩れや土の臭い等のツイート多数</p>



■ 事例分析を通じて分かってきたこと

- ✓ 豪雨時の地域の状況把握において、迅速性に優れたTwitterの活用は有効。
- ✓ 単体ではたんなるつぶやきが集約されることで、切迫度の高まりを可視化できる可能性
- ✓ 河川の増水、浸水の状況、ある程度の規模以上の土砂災害の前兆現象、実際の発生状況を現場からの第一報を受ける前にとらえられる可能性が高い
- ✓ 情報の真偽が保証されず、信頼性には注意が必要(デマ情報の拡散)

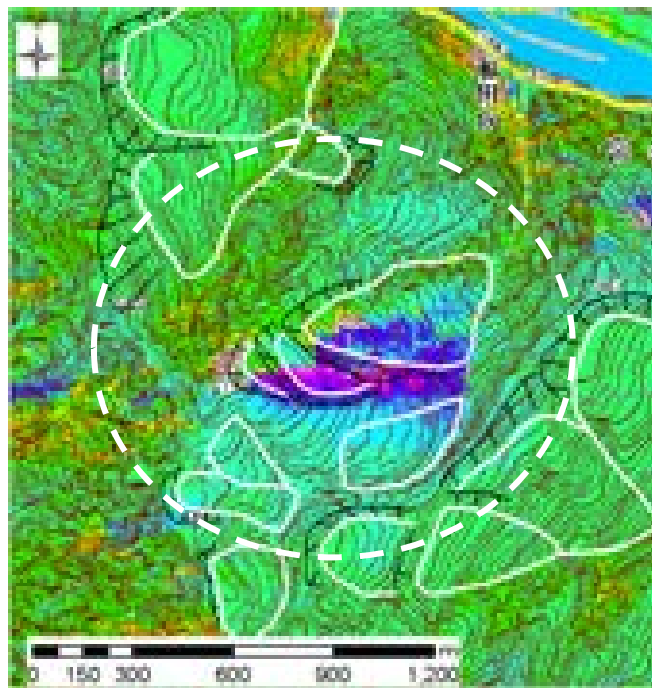
衛星を使った地表の監視



- 定期的に地表の状態を観測、微小な変化を把握
- 雨、雲を通過するレーダ(合成開口レーダ; SARを使えば天候に左右されない)

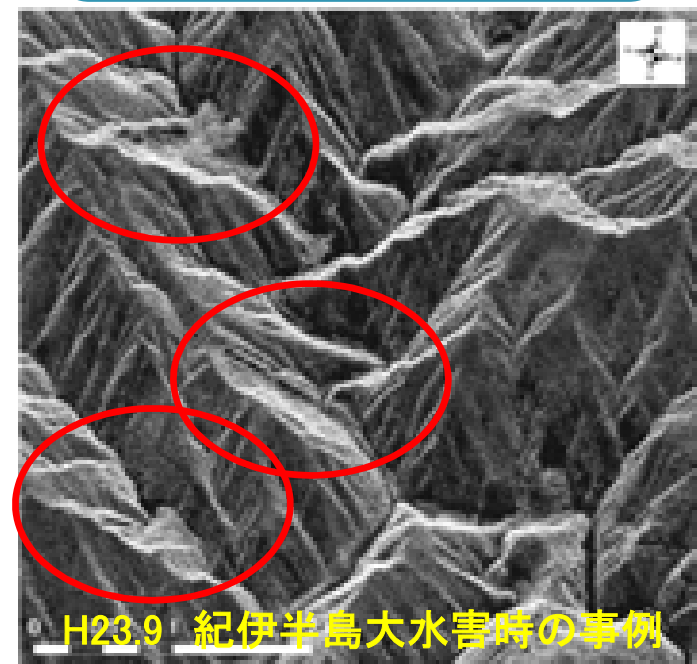
SARとは? 人工衛星等から電波(マイクロ波)を照射し、はね返る電波の強さと距離の情報を受信する能動型(アクティブ)センサ

地表の変動を捉えた事例



斜面に現れた亀裂(予兆)

画像化



-50cm/Year 0 50cm/year (C)GSI

National Institute for Land and Infrastructure Management

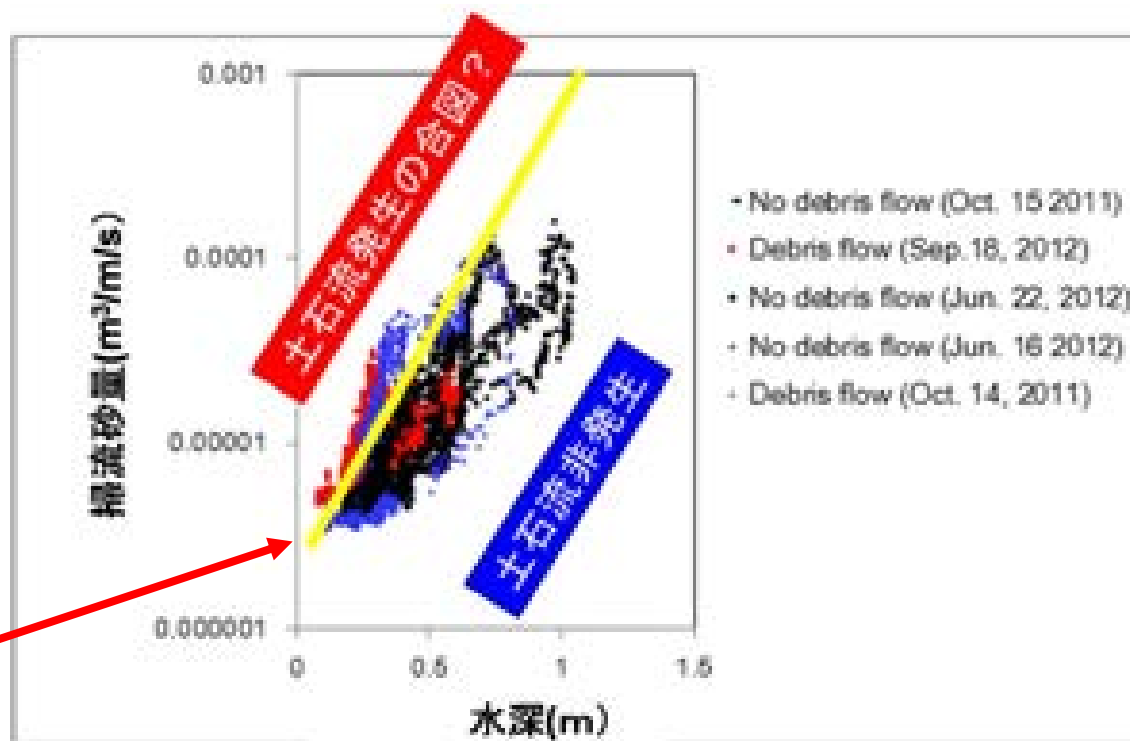
溪流の流砂量から土石流発生を予測・検知



ハイドロフォン；河床に敷設した鉄管に当たる土砂の音響から土砂量を観測（全国約100箇所観測中）。

土石流発生と非発生の観測領域を分離する線が引けると土石流の発生予測が可能と考えられる。

土砂の流出を直接観測することにより、土石流発生予測や検知の精度向上が期待できる。



土石流発生時を含む観測事例



4. 自ら身を守るためには



○防災情報；行政機関が提供

○周囲の状況；自ら把握することが可能な確実な情報

- ・ 通常とは異なる雨の降り方
- ・ 河川の水位；多い場合だけでなく降雨中の急な減少も危険
- ・ 河川の状況；転石の音など。流木の混入など。
- ・ 斜面の状況；落石や小崩落、亀裂、湧水の量や色など。
- ・ 臭気；土臭さ

周囲の状況から土砂災害発生の危険を判断

＋防災情報を参考＝的確な避難

■ 前兆現象が避難に活かされた事例

平成24年九州北部豪雨災害

(福岡県うきは市)

平成24年7月13日

23:59 土石災害警戒情報発表

深夜 自主避難

地域住民からの情報

・浸水情報

・人家裏の崖から小石が落ちてくる

6:45 避難勧告発令

9:00頃 土石流発生



土石流による土砂の氾濫と家屋等の被害

※国土交通省砂防部資料より

住民が前兆現象を見つけ、家族や近隣住民とともに避難、
人的被害を回避した事例は他にも



ご清聴ありがとうございました。