

自然災害の脅威を知る、備える — 災害リスク管理に役立つ基礎知識 —



**応用地質株式会社
エンジニアリング本部
斜面防災センター
北原 哲郎**

はじめに

- **日本列島は脆弱な地質により構成**
- **世界有数の地震発生国かつ活火山の多い国**
- **地震発生や火山噴火の予知は非常に難しい**
- **地球温暖化に伴い極端な気象現象が増加**
- **災害発生を常に頭に置き、いざという時どのように対応を取るべきか、日頃から備えておくことが必要である**

今日お話しすることは

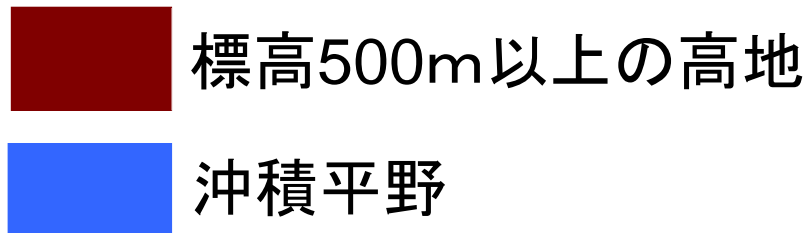
- 1. 日本列島が置かれた環境**
- 2. 豪雨に伴う土砂災害の脅威**
- 3. 地震災害の脅威**
- 4. 火山災害の脅威**
- 5. 防災・減災に向けたOYOの取り組み**



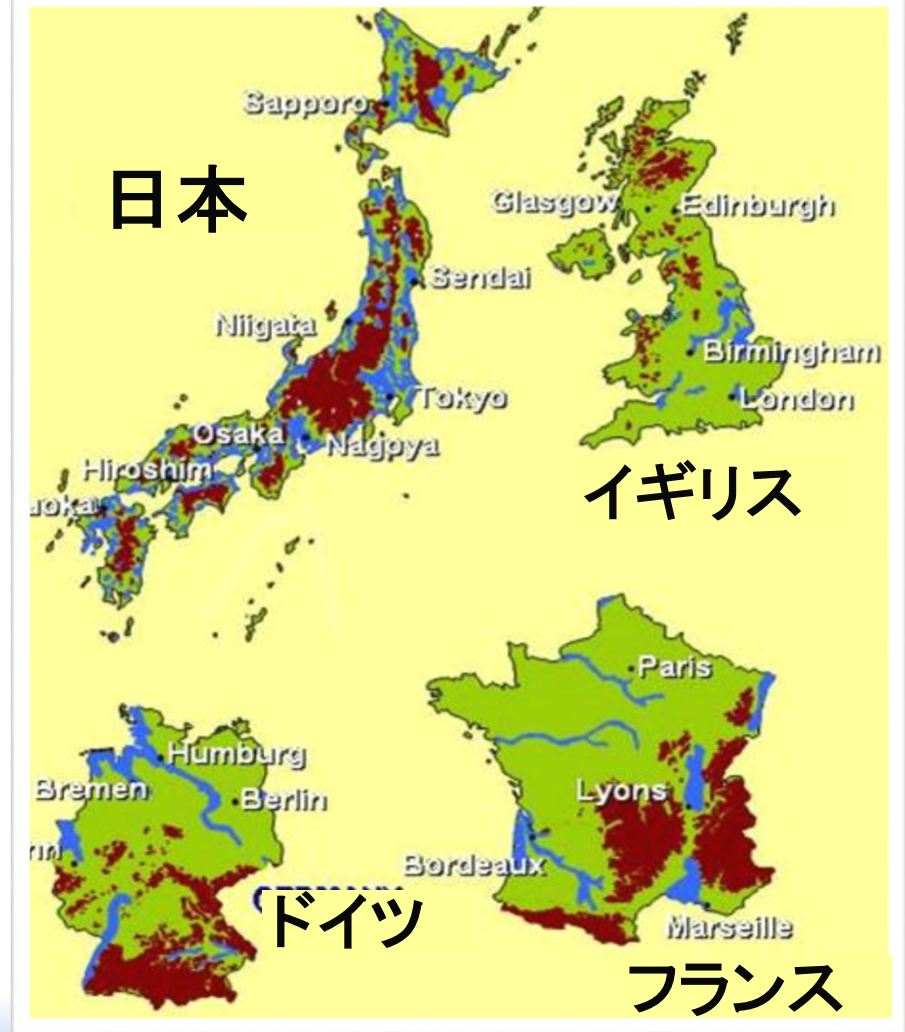
日本列島が 置かれた環境

急峻で狭い国土

国土面積に対して
平坦な台地・低地: **25%**



※全国地質調査業協会連合会資料より

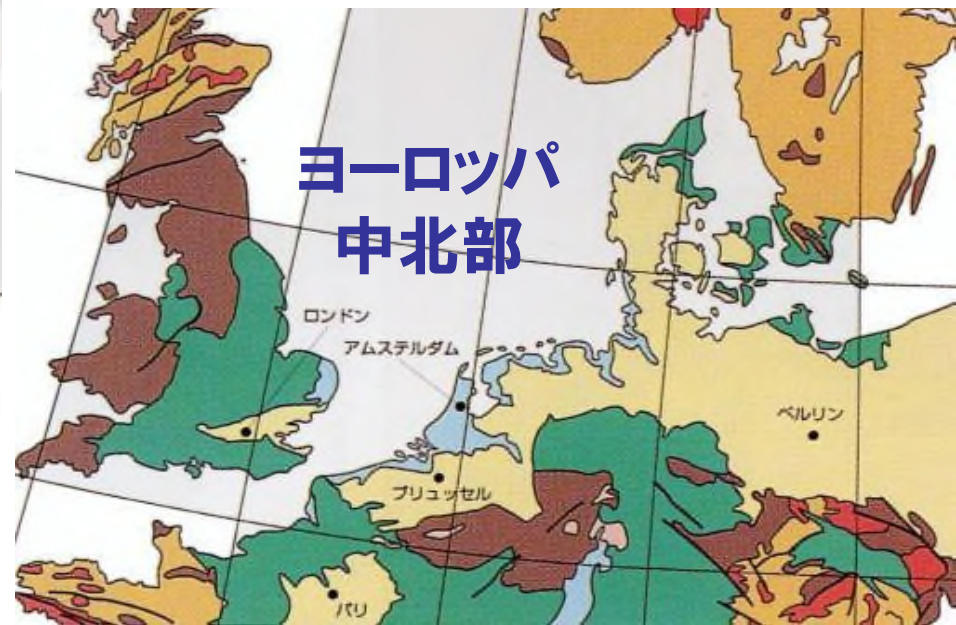


複雑で脆弱な日本列島



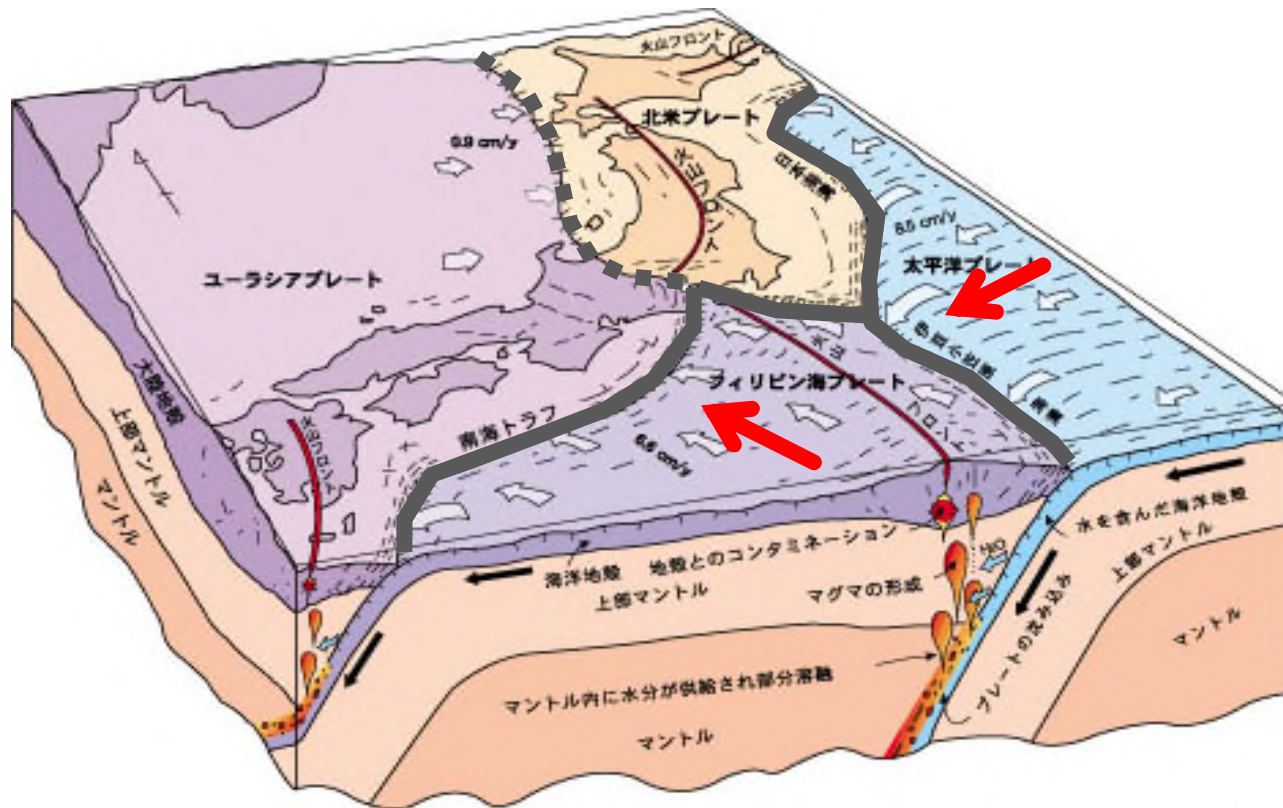
わが国の地質は、多くの断層で分断され、モザイク状で割れ目が発達し、風化が進行

→ 複雑で脆弱な国土



※全国地質調査業協会連合会資料より

日本列島はどんな場所にあるのか



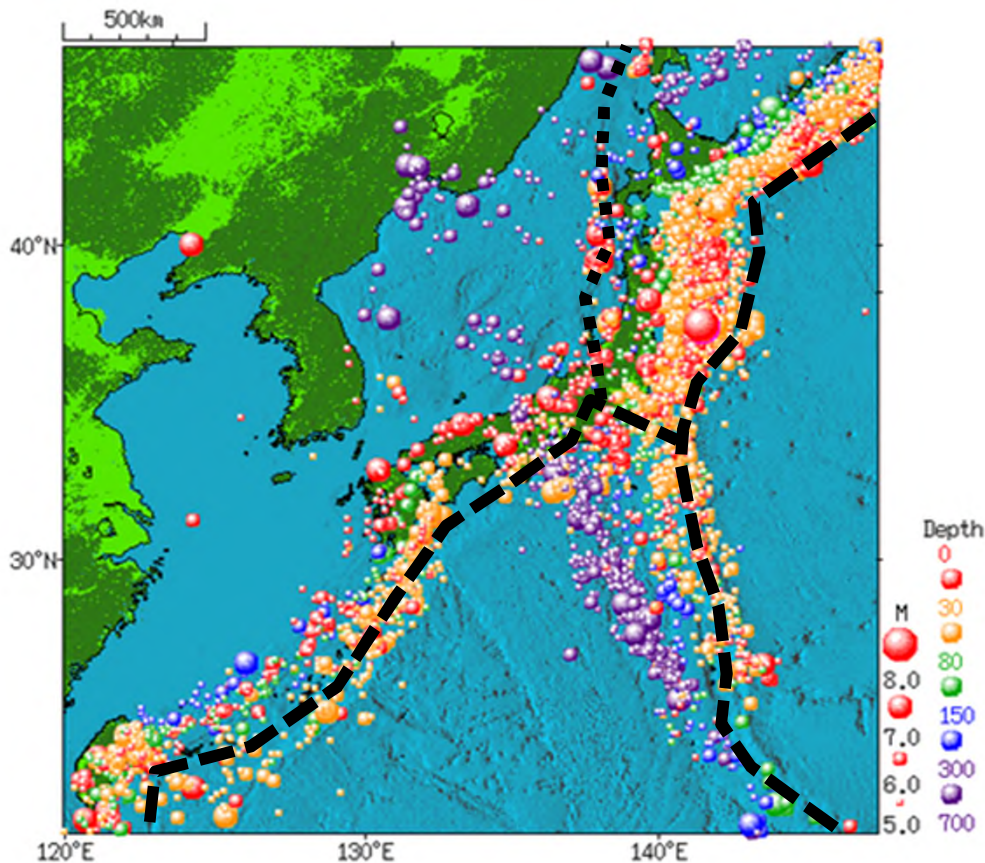
4つのプレートが衝突しあう場所に位置する日本列島

太平洋プレート、フィリピン海プレートは年間8～9cm程度の速度で日本列島下部へ沈みこんでいる

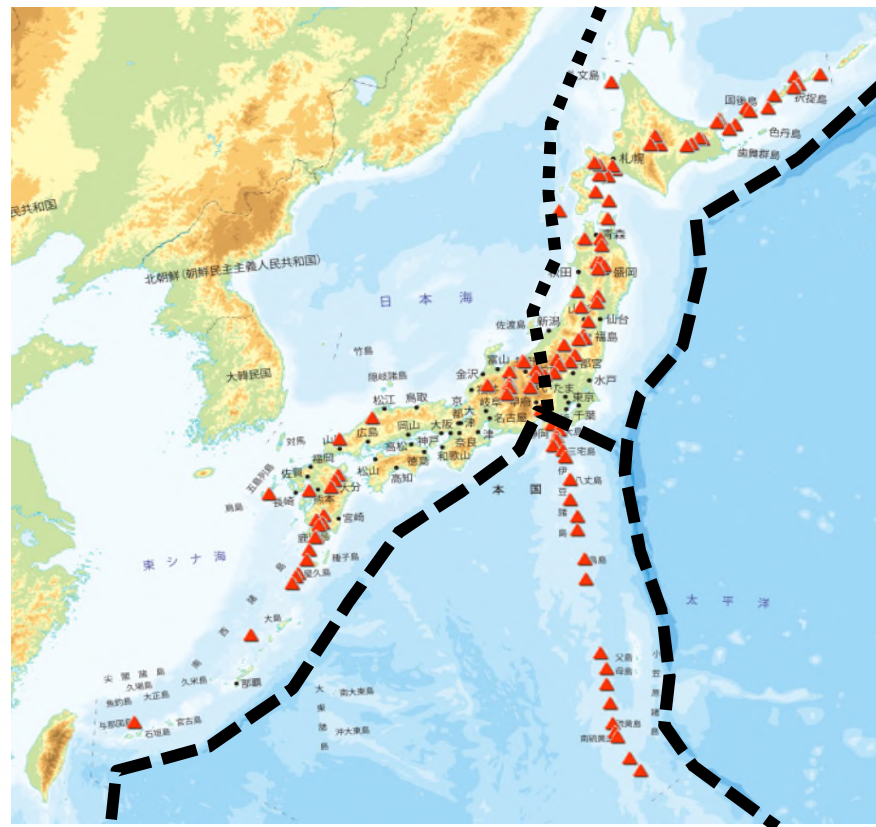
日々ひずみは蓄積されている！

一般社団法人全国地質調査業協会連合会HPより転載

震源域と活火山分布



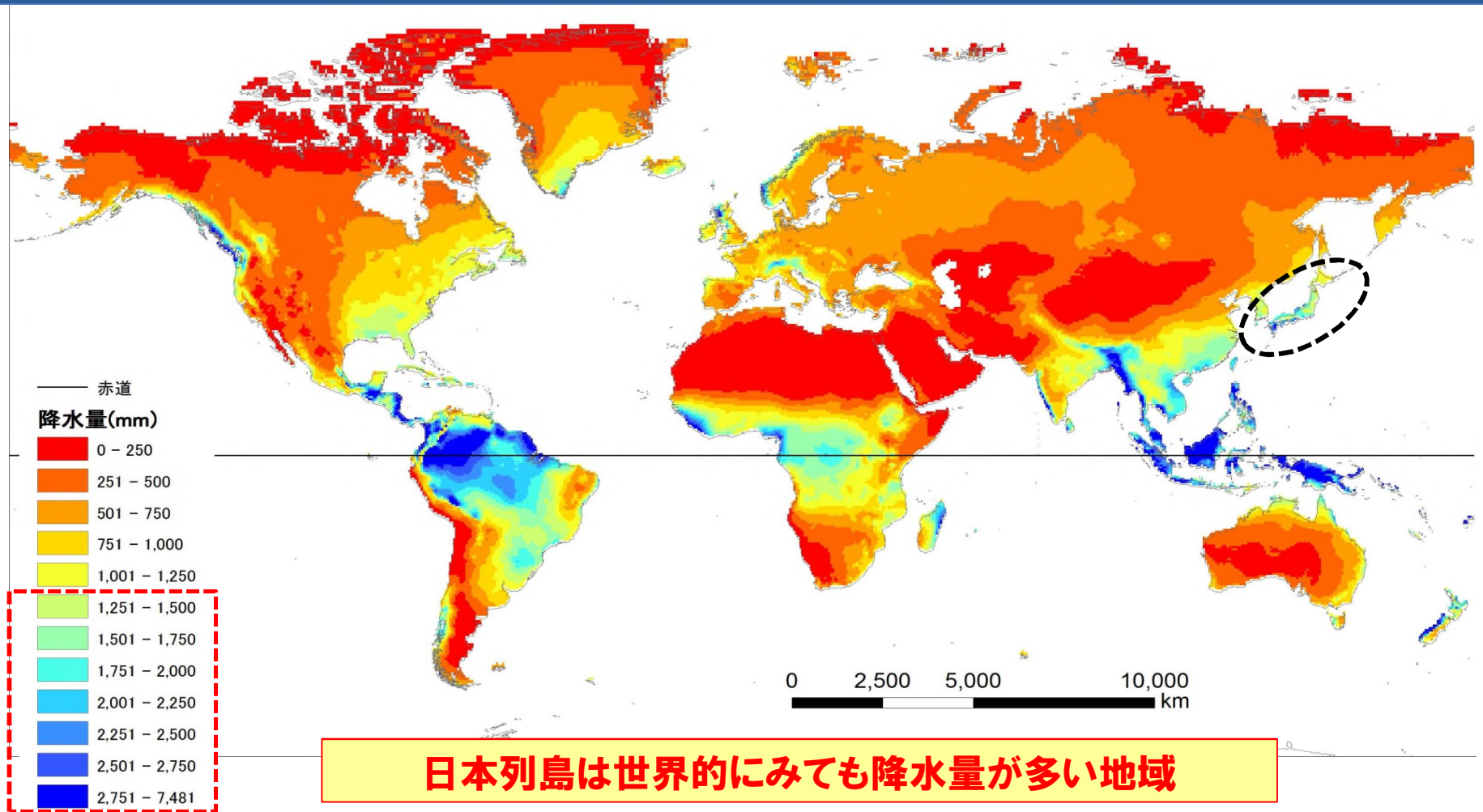
1960年から2011年にかけて日本付近で発生した地震の分布図（気象庁）



日本の活火山の分布図（気象庁）

プレートと震源、火山分布は密接に関係

世界の年間降水量分布



出典:大阪教育大学 社会科教育講座 地理学教室 山田地理研究室HP

地球温暖化に伴う異常気象の増加

- **日本列島は温暖湿潤気候**
 - ⇒ **世界の中でも多雨な地域に相当**
 - ⇒ **さまざまなインフラ整備も梅雨・台風などを考慮**
- **異常気象とは**
 - ⇒ **30年に1回起きる程度の気象現象**
- **地球温暖化による平均気温、海水温の上昇に伴い、降雨強度の増加、台風発生が増加・強大化などが指摘されている。**

平成27年9月8～10日の気象

関東地方(茨城県・栃木県)に初めて大雨特別警報発令

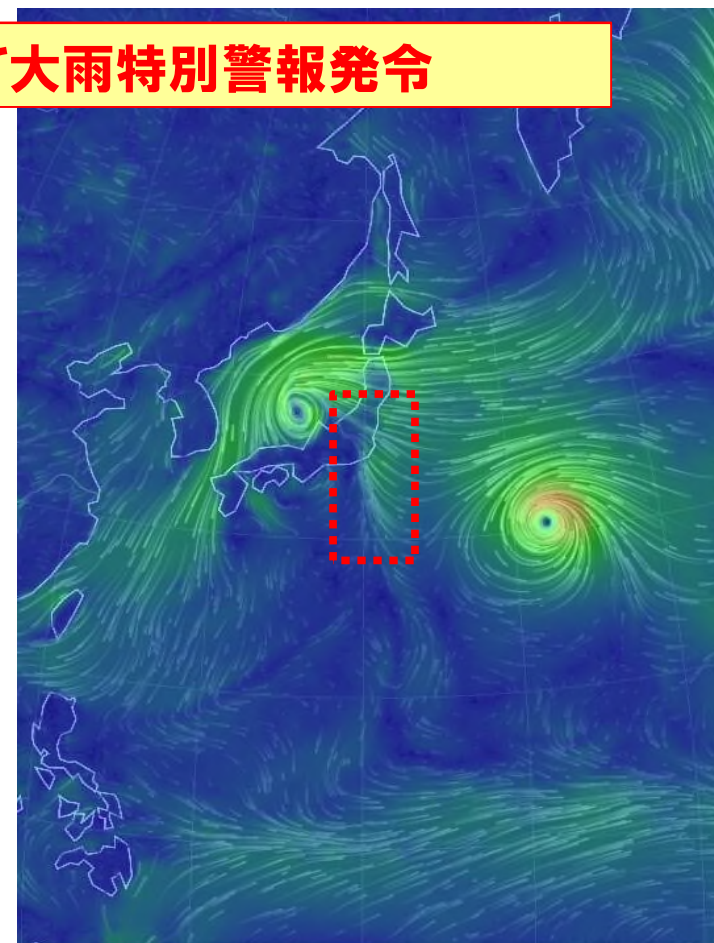


平成27年9月8日20:00～10日18:00
の雨雲レーダー画像

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/radar/google-maps/>

2015/10/26

OYO



平成27年9月10日0:00の風向
<http://earth.nullschool.net/jp>

11

平成27年9月関東・東北豪雨(9月9日～9月11日)



出典：国土地理院 UAV動画キャプチャ



豪雨に伴う 土砂災害の脅威

土砂災害とは

➤ 地すべり（移動速度 小）

小規模～大規模と様々な形態あり

移動速度は他の土砂災害に比べやや遅め

➤ 斜面崩壊（移動速度 大）

表層崩壊（表土層）・**深層崩壊**（基盤岩を含む崩壊）

広範囲での同時多発型もある

斜面周辺に前兆現象が出る場合が多い

➤ 土石流（移動速度 大）

土石流、流木、泥流など

近年の主な土石流災害

発生年月	発生場所	誘 因
平成11年 6月	広島市佐伯区 平成13年3月 土砂災害防止法 施行	梅雨前線豪雨
平成16年 9月	愛媛県西条市、新居浜市ほか	台風21号に伴う豪雨
平成21年 7月	山口県防府市	梅雨前線豪雨
平成23年 7月	新潟県三条市、十日町市、魚沼市 福島県会津坂下町、只見町 ほか	梅雨前線豪雨
平成24年 7月	熊本県阿蘇市、南阿蘇町 大分県日田市 福岡県八女市 ほか	梅雨前線豪雨
平成25年 10月	東京都大島町（伊豆大島）	台風26号に伴う豪雨
平成26年 8月	広島市安佐南区・安佐北区 平成26年10月 改正土砂災害防止法 施行	バックビルディング型 線状降水帯停滞に伴う豪雨

集中豪雨による土石流災害(広島)



出典: 国土地理院HP

集中豪雨による土石流災害(大島)



平成25年10月16日 伊豆大島土砂災害 撮影:応用地質

集中豪雨による土石流災害(大島)

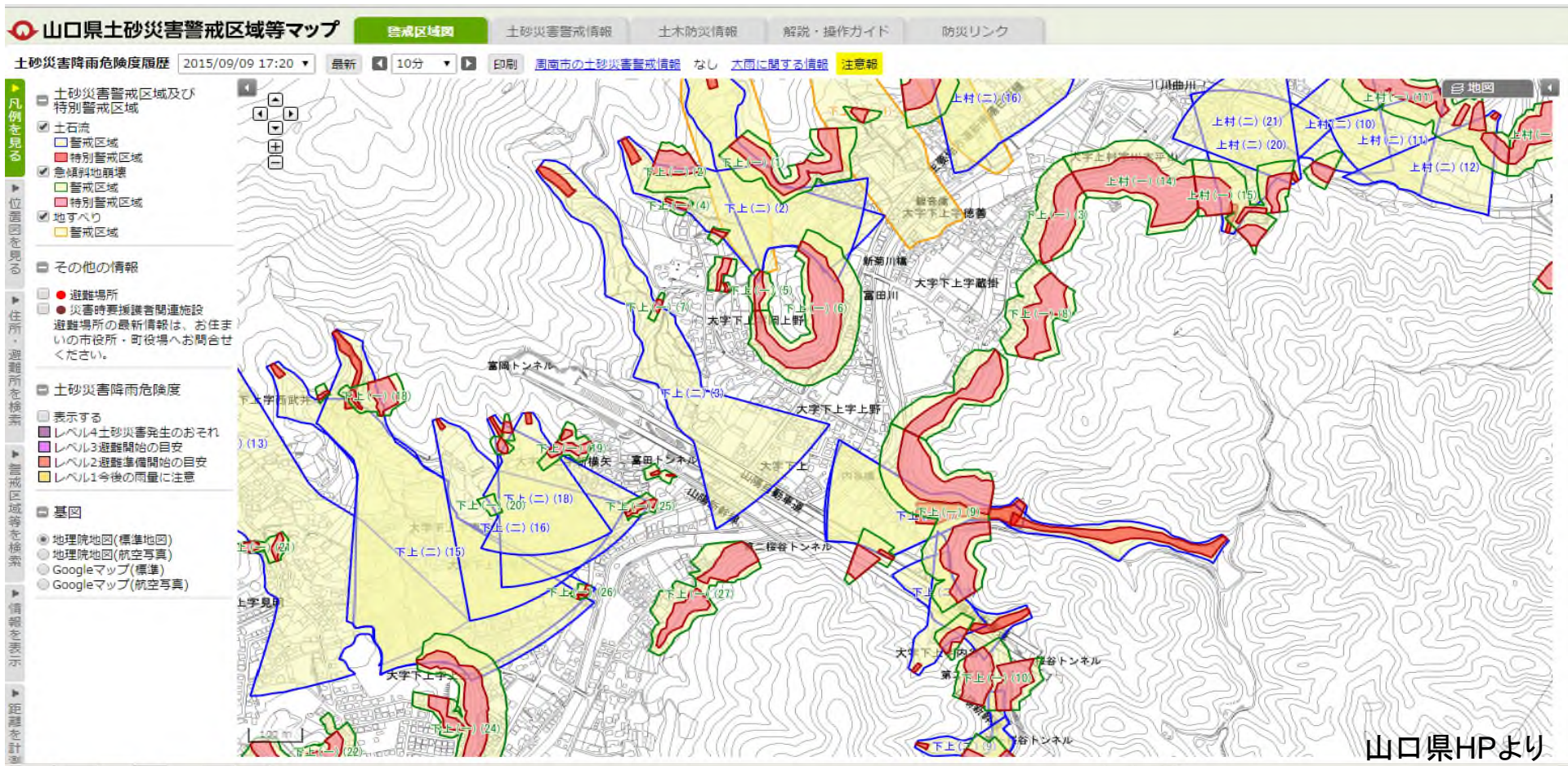
災害情報共有マップ(地理院地図)



土砂災害防止法

- **平成11年広島災害を契機に、危険な箇所への住宅立地抑制や土地利用の規制、警戒避難体制整備を目的に法制定。平成13年施行。**
- **ハード対策のみの施策からソフト対策を織り交ぜた対応へ。**
- **現在も調査・指定が行われているものの、自治体により進捗状況の差があるのが実態。**

土砂災害ポータルサイト(山口県の事例)



土砂災害警戒区域・特別警戒区域の指定状況をインターネットにて確認可能

土砂災害危険度情報(神奈川県事例)



神奈川県HPより

降雨状況を基に土砂災害発生の恐れのある地域をインターネットにて確認可能



地震災害の脅威

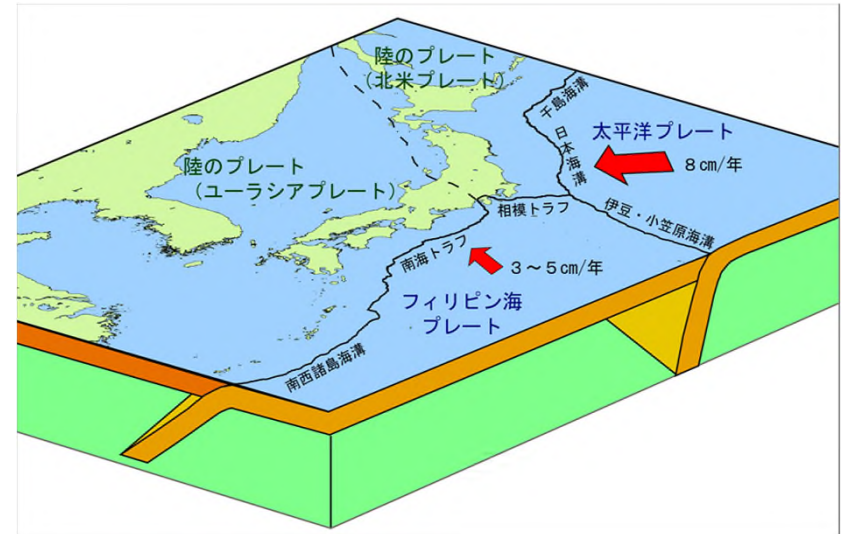
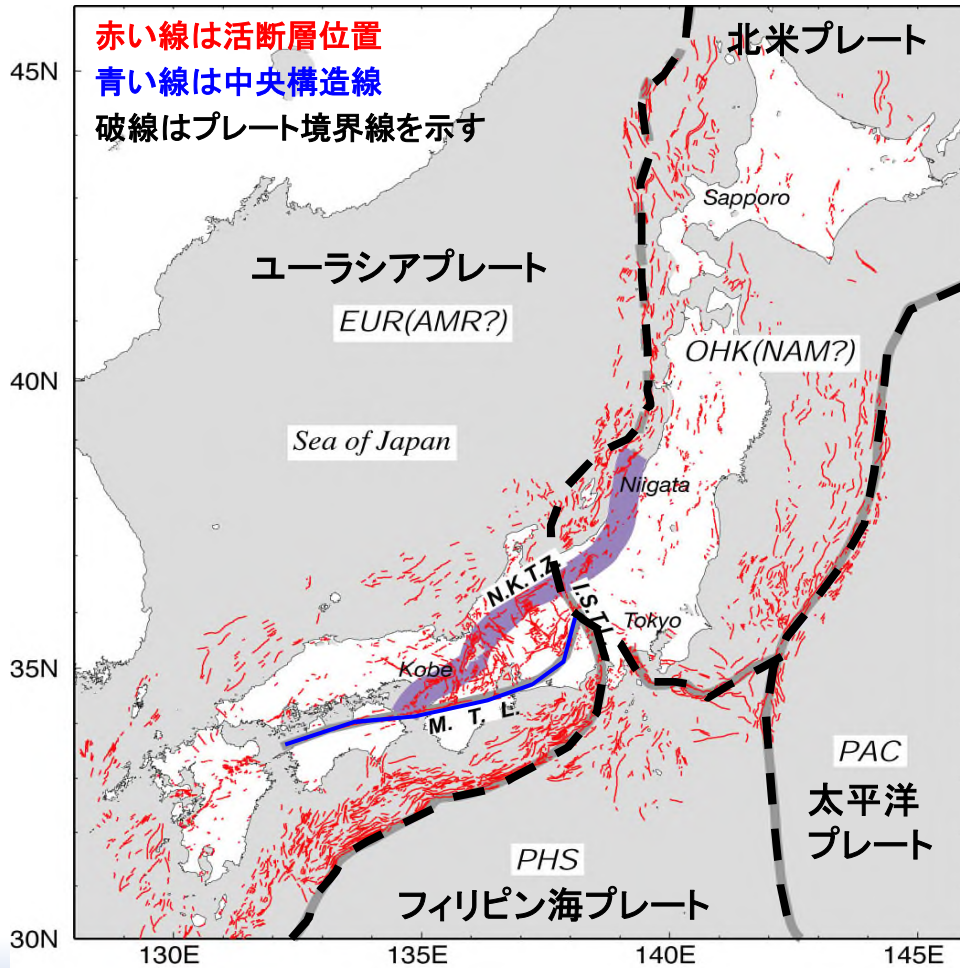
近年の主要な大きな被害が出た地震

発生年月	発生場所	種類・規模（マグニチュード）
昭和39年 6月	新潟地震	プレート境界型、M7.5
平成 7年 1月	兵庫県南部地震	直下型、M7.3
平成16年 10月	中越地震	直下型、M6.8
平成19年 3月	能登半島地震	直下型、M6.9
平成19年 7月	中越沖地震	直下型、M5.8
平成20年 6月	岩手・宮城内陸地震	直下型、M7.2
平成23年 3月	東北地方太平洋沖地震	海溝型、Mw9.0

地震による被害

- **液状化**
 - ⇒ 地盤沈下、上・下水道施設の変状等
- **地盤変形(傾動・段差)、家屋の倒壊**
 - ⇒ 建物、道路等インフラへの被害
- **斜面崩壊・地すべり・深層崩壊の発生**
 - ⇒ 場合により天然ダム形成・湛水・決壊による被害
- **長周期地震動による被害(スロッシングなど)**
- **二次被害(津波、火災延焼など)**

活断層分布図



日本付近のプレートの模式図

国土交通省気象庁ホームページ

(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)より

日本の構造体

Tectonic map of Japan. Geospatial Information Authority of Japan
(<http://www.gsi.go.jp/ENGLISH/index.html>)に加筆

社会問題化した地震被害：液状化

- 新潟地震で注目され、東日本大震災で社会問題

1964年新潟地震



マンホールの抜け上がり



橋脚の移動と落橋



建物の傾斜・転倒

2011年東日本大震災



直下型地震による大規模地すべり

宮城県栗原市荒砥沢ダム上流 荒砥沢地すべり



地表地震断層



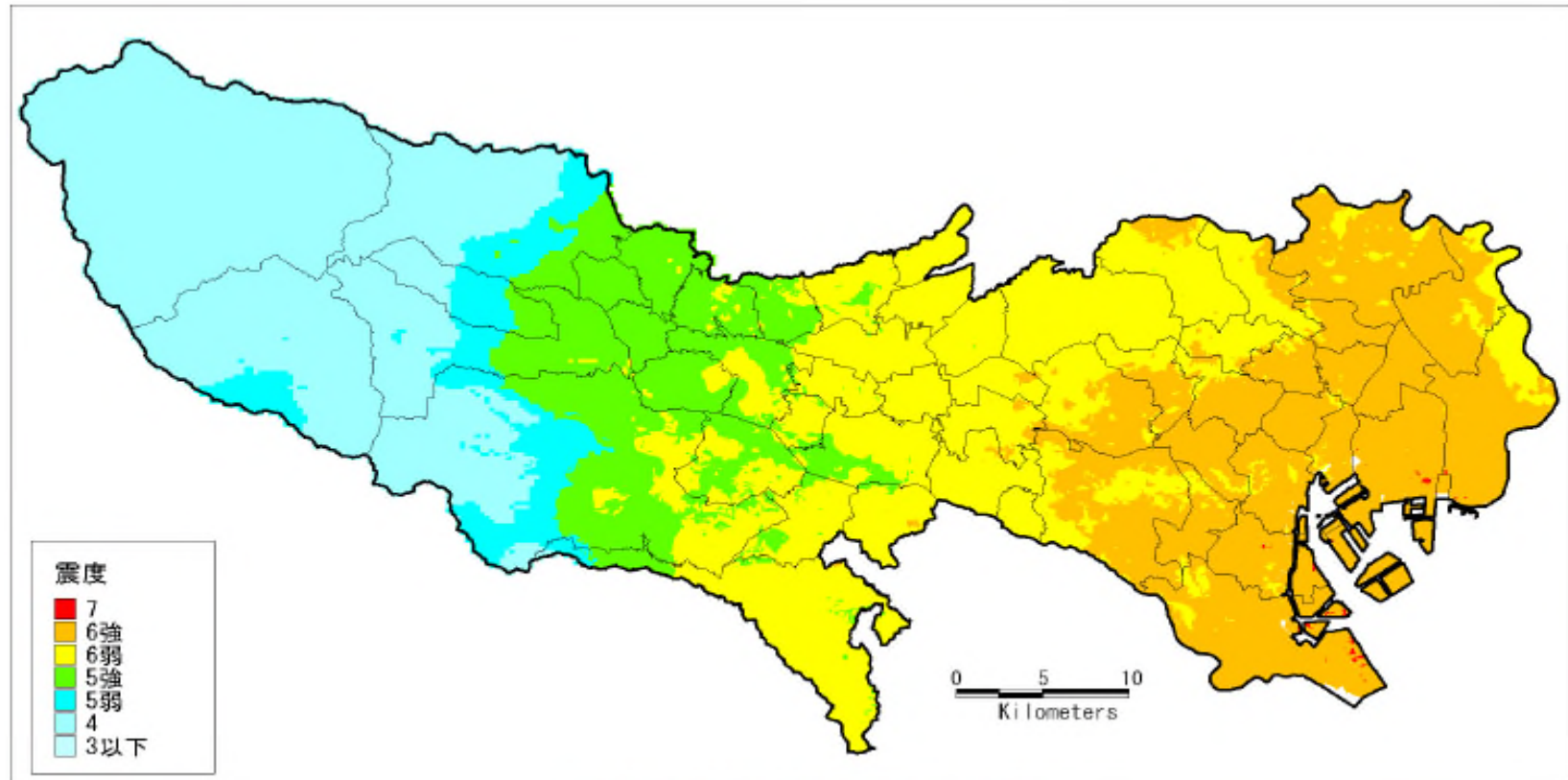
井戸沢断層(福島県いわき市内陸部)
平成25年4月11日 M7.0の地震で地表
地震断層(正断層)が出現

巨大地震・津波災害



撮影：応用地質 2011/04/01

地震被害への備え(被害想定)



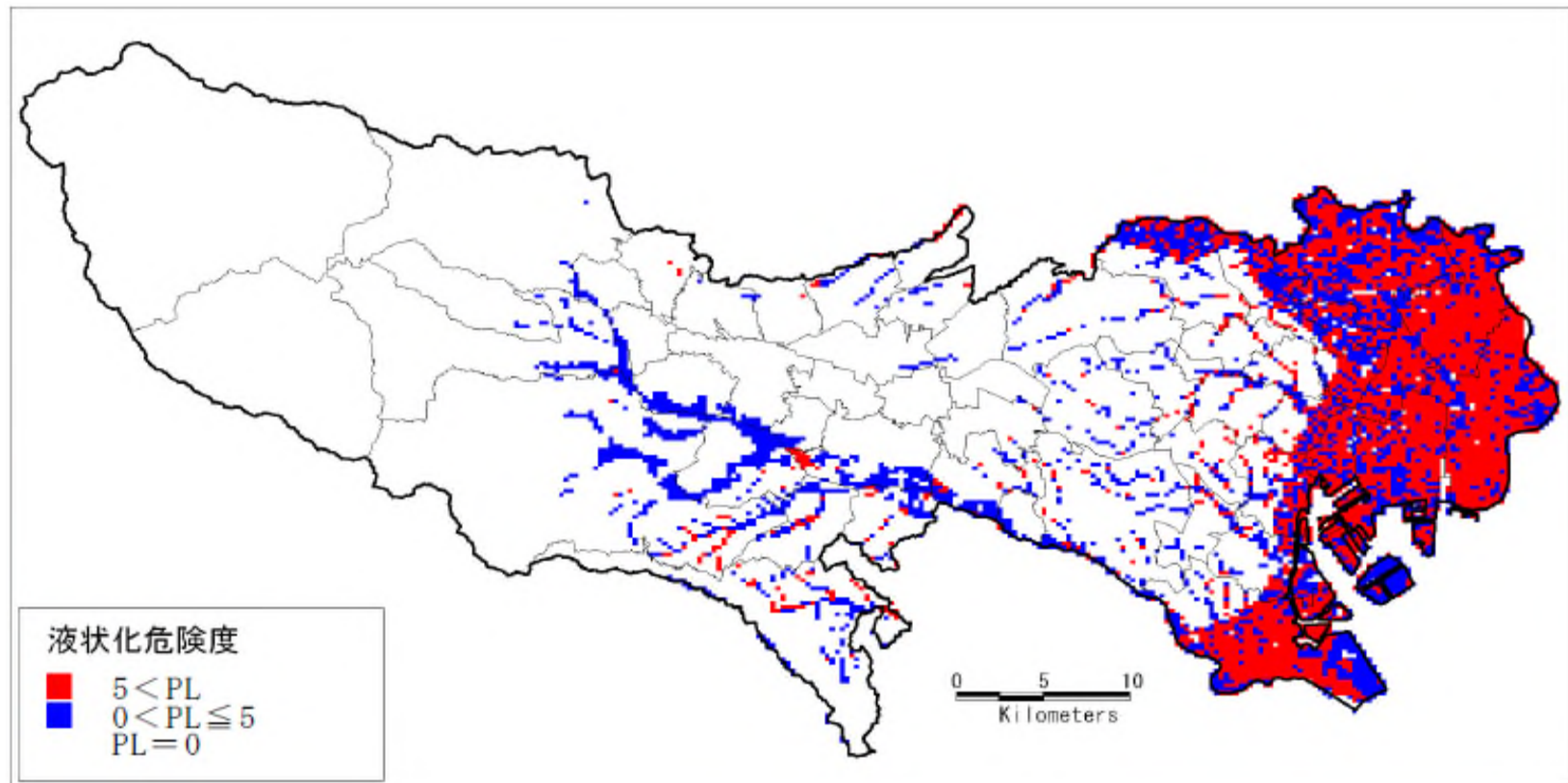
東京湾北部地震(M7.3)

震度分布

東京都防災ホームページ「首都直下地震による東京の被害想定」(平成24年4月18日公表)

<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/taisaku/1000902/1000401.html> より

地震被害への備え(被害想定)

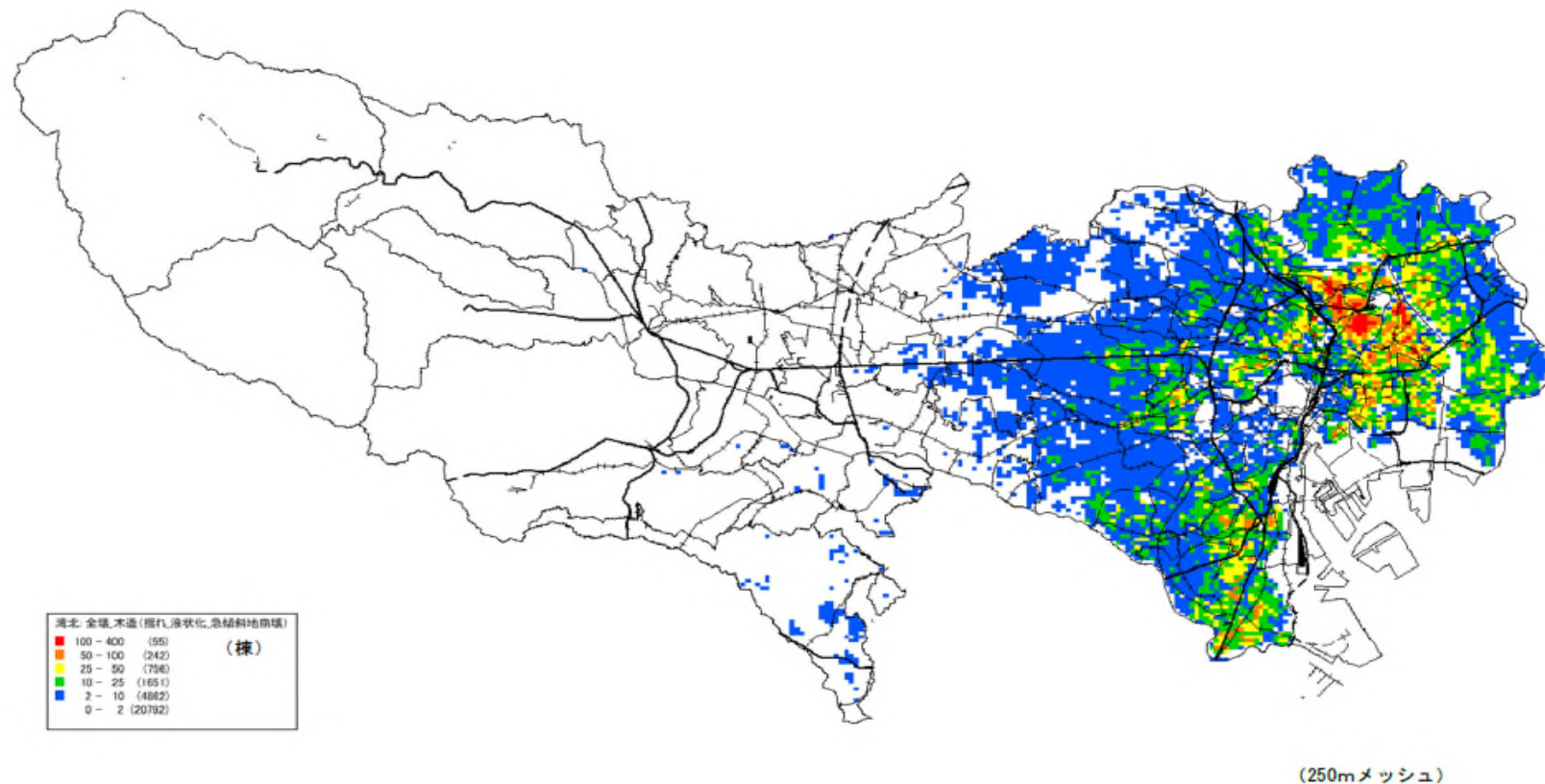


液状化分布

東京都防災ホームページ「首都直下地震による東京の被害想定」(平成24年4月18日公表)

<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/taisaku/1000902/1000401.html> より

地震被害への備え(被害想定)



木造建物全壊棟数分布

東京都防災ホームページ「首都直下地震による東京の被害想定」(平成24年4月18日公表)
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/taisaku/1000902/1000401.html> より

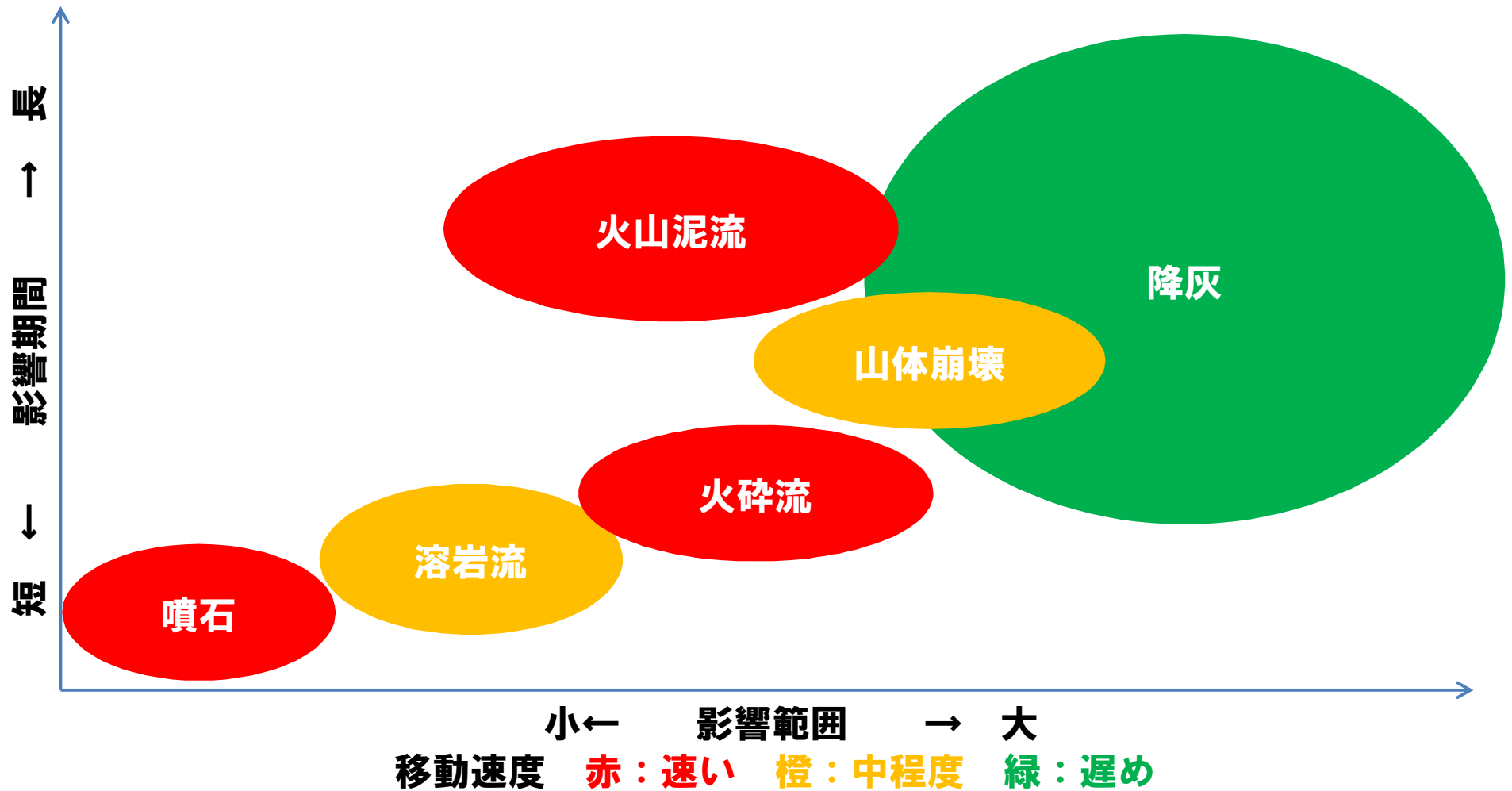


火山災害の脅威

火山災害について

- 降灰、火砕流、溶岩流、火山泥流、火山ガスなど
- 発生すると広範囲・長期的に影響が出ることが多い
- 噴火予知が可能なのは計器による監視後に火山活動が頻繁に起きているわずかな火山のみ
- 近年起きている噴火は、火山活動から考えればいずれもごく小規模なもの

火山噴火災害の影響



主な火山噴火災害

発生年月	活火山名	噴火形態	災害形態
明治21年 7月	磐梯山	水蒸気噴火	山体崩壊・火山泥流
大正15年 5月	十勝岳	水蒸気噴火	融雪型火山泥流
昭和61年11月	三原山（伊豆大島）	マグマ噴火	溶岩・噴石
平成 3年 6月	雲仙普賢岳	マグマ噴火	火砕流・降灰・土石流
平成12年 3月	有珠山	マグマ水蒸気噴火	降灰・噴石・地盤変動
平成12年10月	三宅島	マグマ水蒸気噴火	降灰・噴石・火山ガス
平成23年 1月	新燃岳	マグマ水蒸気噴火	降灰・噴石
平成26年 9月	御嶽山	水蒸気噴火	降灰
平成27年 5月	口永良部島	マグマ水蒸気噴火	降灰

火山噴火災害(新燃岳)



火山噴火災害（新燃岳）



斜面を覆った火山灰

**表層：ごく細粒の
火山ガラス（約1cm）**

**下位：径数mmの
軽石層（厚さ10cm）**

**表層の火山ガラスは
水分を含んで固化**

火山噴火災害（御嶽山）

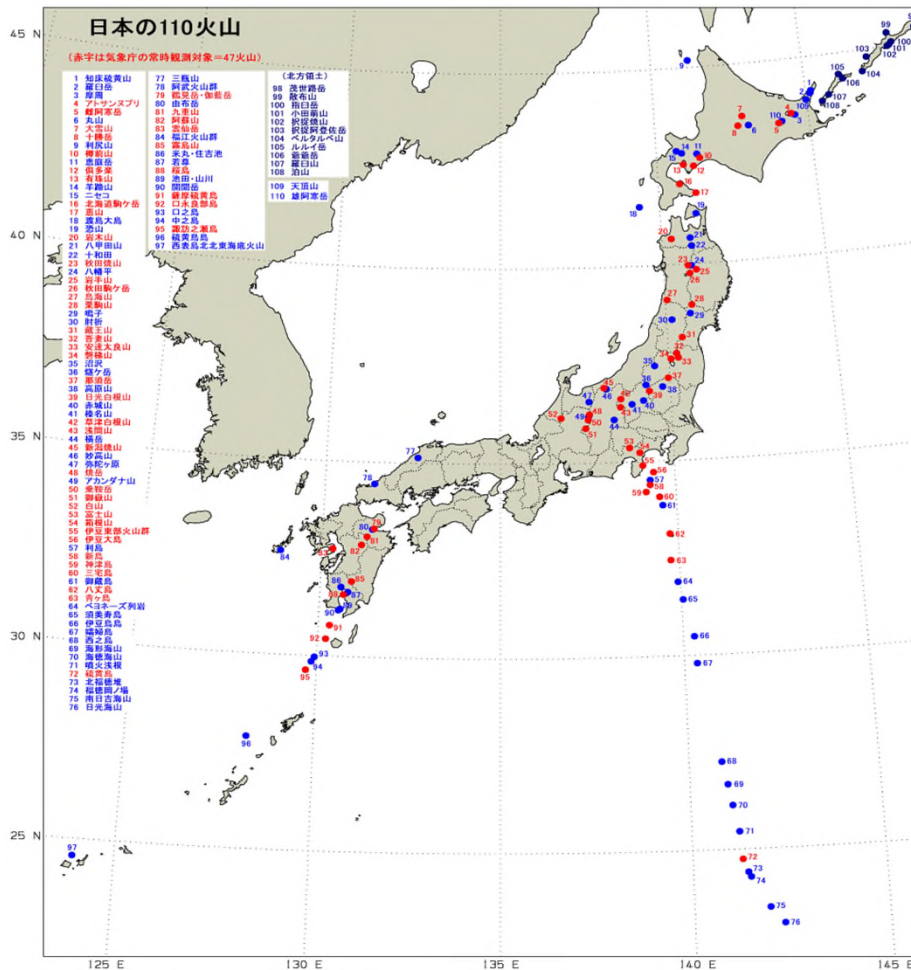


出典：国土地理院HP

火山灰による被害想定

- **交通網への影響（降灰量数mm程度）**
 - ⇒ 道路、鉄道、航空機等交通網の機能マヒ
- **電力への影響（降灰量1cm程度）**
 - ⇒ がいしに付着することによる断線・停電
- **家屋の倒壊（降灰量30cm程度）**
- **上下水施設への影響**
 - ⇒ 水質汚濁・酸性化、排水溝閉塞
- **火山灰による健康被害のおそれ**
 - ⇒ 目・鼻・のど・気管支の異常

気象庁による常時監視火山



出典： 気象庁HP

全国で110ある活火山のうち、47火山(弥陀ヶ原、八甲田山、十和田を加え50火山になる予定)について、全国4箇所にある火山監視・情報センターにて、観測データ・カメラ映像を常時監視。

噴火警戒レベルの運用が開始されている火山は31火山。

噴火警戒レベル(気象庁)

富士山の噴火警戒レベル

— 火山災害から身を守るために —

噴火警報等で発表する **噴火警戒レベル**

- 噴火警戒レベルとは、噴火時に危険な範囲や必要な防災対応を、レベル1から5の5段階に区分したものです。
- 各レベルには、火山の周辺住民、観光客、登山者等のとるべき防災行動が一目で分かるキーワードを設定しています(レベル5は「避難」、レベル4は「避難準備」、レベル3は「入山規制」、レベル2は「火口周辺規制」、レベル1は「活火山であることに留意」)。
- 対象となる火山が噴火警戒レベルのどの段階にあるかは、噴火警報等でお伝えします。

■富士山 噴火警戒レベルに対応した規制範囲

●富士山では、噴火した時に影響が及ぶ可能性の高い範囲を以下のように推定しています(全ての範囲が同時に危険になるわけではありません)

- 火口ができる可能性の高い範囲
- 噴火しそうな時、噴火が始まった時すぐに避難が必要な範囲(火砕流、噴石、溶岩流の影響が及ぶ可能性の高い範囲を指すものではない)
- 火砕流の低下範囲
- 噴石の到達範囲
- 溶岩流(3時間以内)に山頂から落下する範囲
- 避難警報時には噴石・火山灰・溶岩流の到達範囲が異なります。
- 溶岩流が2時間以内で到達する範囲

噴火警戒レベルと必要な防災対応

- 噴火する前の段階
- レベル5(避難)及びレベル4(避難準備)
 - の3つの範囲での避難準備及び必要保護者避難等
- レベル3(入山規制)
 - の範囲での活動自粛等
- レベル2(火口立入規制)
 - 限定された範囲での立入規制等
- レベル1(活火山であることに留意)
 - 特になし

●噴火開始後の段階
状況に応じて対象範囲を判断することになります。

■この図は、富士山火山防災マップ(富士山火山防災協議会、平成16年6月)に基づいています。

■富士山の噴火警戒レベルは地元自治体と協議して作成しました。各レベルにおける具体的な規制範囲等は地域防災計画等で定められており、その詳細については富士山周辺の下記各自治体にお問い合わせください。

※静岡県、富士市、御殿場市、裾野市、富士宮市、小山市、山梨県、富士吉田市、富士河口湖町、西桂町、山中湖村、忍野村、鳴沢村、身延町、神奈川県

警戒が必要な範囲

富士山の噴火警戒レベル

平成19年12月1日運用開始

予報警報	対象範囲	レベル(キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者への対応	想定される現象等
噴火警報	居住地域及びそれより火口側	5(避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●大規模噴火が発生し、噴石、火砕流、溶岩流が居住地域に到達(危険範囲は状況に応じて設定)。 【宝永(1707年)噴火の事例】 12月16日～1月1日:大規模噴火、大量の火山灰等が山に堆積 ●噴火(864～865年): 西山麓から噴火、溶岩流が約8kmまで到達 ●延暦噴火(800～802年): 北東山麓から噴火、溶岩流が約13kmまで到達 ●顕著な群発地震、地殻変動の加速、小規模噴火開始後の噴火活動の高まり等、大規模噴火が切迫している(噴石飛散、火砕流等、すぐに影響が及ぶ範囲が危険)。 【宝永(1707年)噴火の事例】 12月15日昼～16日午前(噴火開始前日～直前): 地震多発、東京など広域で揺れ
		4(避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される(可能性が高まっている)。	警戒が必要な居住地域での避難準備、災害時要援護者の避難等が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ●小規模噴火の発生、地震多発、顕著な地殻変動等により、居住地域に影響するような噴火の発生が予想される(火口出現が想定される範囲は危険)。 【宝永(1707年)噴火の事例】 12月14日まで(噴火開始前日): 山麓で有感となる地震が増加
火口周辺警報	居住地域近くまで	3(入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす(この範囲に入ると場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	登山禁止・入山規制等危険な地域への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●居住地域に影響しない程度の噴火の発生、または地震、微動の増加等、火山活動の高まり。 【宝永(1707年)噴火の事例】 12月3日以降(噴火開始十数日前): 山中のみで有感となる地震が多発、鳴動がほぼ毎日あった
		2(火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	<ul style="list-style-type: none"> ●影響が火口周辺に限定されるごく小規模な噴火の発生等。 【過去事例】該当する記録なし
噴火予報	火口内等	1(活火山であることに留意)	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる(この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ)。	特になし。	<ul style="list-style-type: none"> ●火山活動は静穏(深部低周波地震の多発等)。

注1) ここでは、噴石とは、主として風の影響を受けずに飛散する大きさのものとする。

注2) ここでは、噴火の規模を噴出量により区分し、2～7億tを大規模噴火、2千万～2億tを中規模噴火、2百万～2千万tを小規模噴火とする。なお、富士山では火口周辺域に影響を及ぼす程度のごく小規模な噴火が発生する場合は現時点で特定される範囲より、判定できるのは実際に噴火活動が開始したと考えられており、今後想定を検討する。

注3) 火口出現が想定される範囲とは、富士山火山防災マップ(富士山火山防災協議会作成)で示された範囲を指す。

各レベルにおける具体的な規制範囲等については地域防災計画等で定められています。各市町村にお問い合わせください。

●最新の噴火警戒レベルは気象庁でもご覧いただけます。
<http://www.jma.go.jp/volcano/>

防災対応行動

想定現象

「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」として火山噴火予知連絡会によって選定された47火山のうち、31火山(平成27年9月現在)で運用中



防災・減災に向けた OYOの取り組み

OYOが提供するソリューション

計測システム

雨量計・地表面伸縮計
地下水位計・孔内傾斜計
斜面監視システム
火山地震計・傾斜計 等

地盤調査

高品質コア・PDC 物
理探査技術 等

予測技術

地震・津波被害予測
火災延焼シミュレーション
三次元浸透流解析
落石シミュレーション 等

防災・減災 に向けた OYOの技術

情報サービス

地盤・自然災害リスクレポート
三次元地盤情報サービス
地盤情報クラウドシステム
避難支援アプリ 等

環境計画

廃棄物処分計画
森林環境整備 等

警戒避難支援

リアルタイムハザードマップ
土砂災害警戒避難タイムライン
地域防災計画策定
地域の防災教育支援 等

液状化判定を安価・迅速に実施



PDC

(*Piezo Drive Cone*)

動的貫入試験によって
コーン先端位置で地盤の
間隙水圧を測定し、原位
置試験のみで地盤の液状
化強度の評価を可能とし
た新しい地盤調査技術

計測技術(多種多様な計測機器群)

パケット通信機能を用いた遠隔監視システム i-sensor2



雨量計



地盤傾斜計

計測技術(火山地震計等設置)

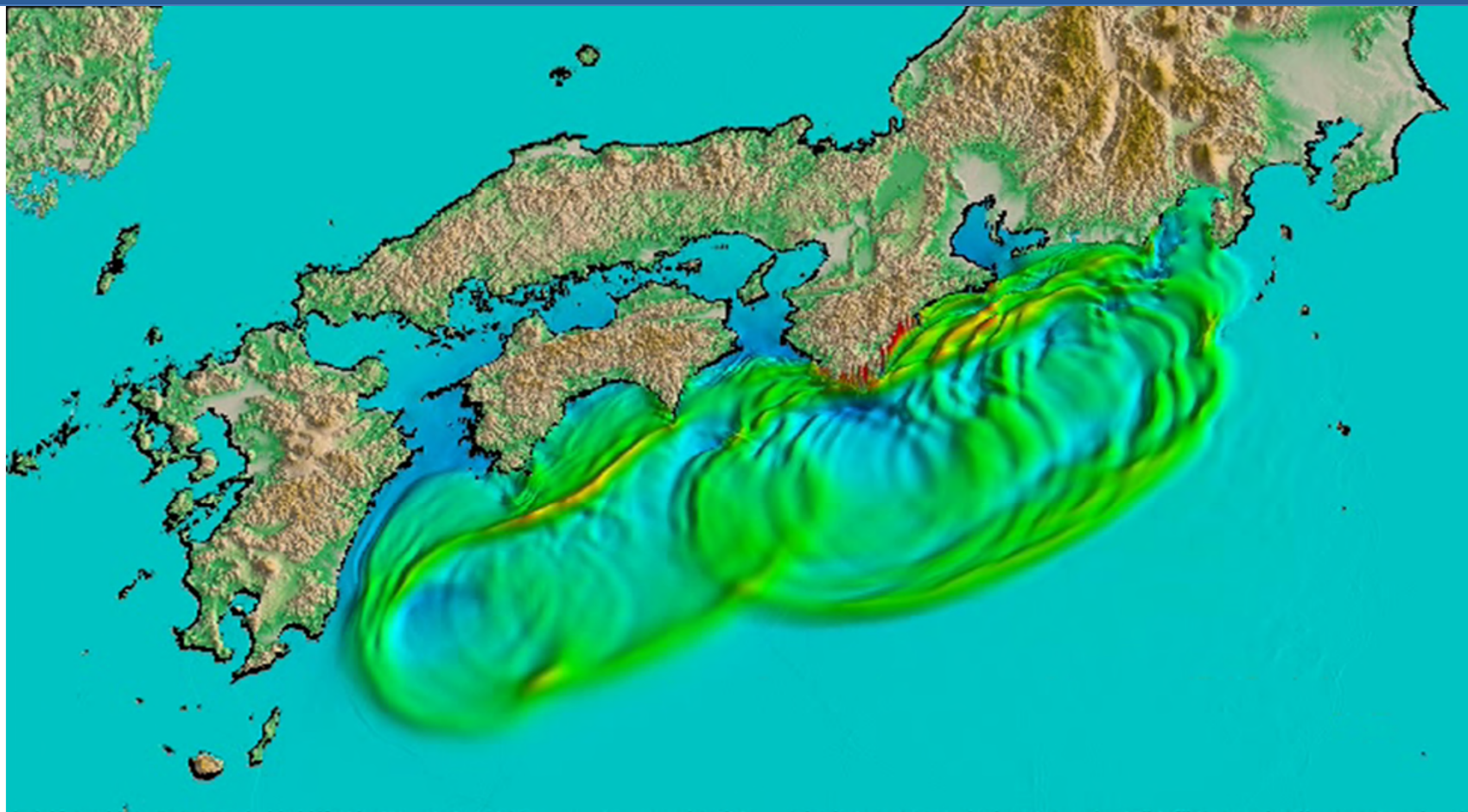
➤2009～2010年にかけて全国42火山47箇所の気象庁火山地震計設置を担当。

➤今年度も全国47火山において火山地震計・傾斜計設置業務を実施中。



桜島での地震計設置状況

予測技術（津波到達シミュレーション）



南海トラフ津波到達シミュレーション

避難行動支援事例(タイムライン)

八木ヶ丘地区 土砂災害の避難行動計画(タイムライン)案							
発生前時間	段階	警報 気象予報	危険度情報 土砂災害	行動計画(タイムライン)案			
				行政機関(市・区・消防署)	町内会(会長・副会長)	班長(班長・副班長) ※3班(各班班員20名程度)	住民
それ以上	第1段階	大雨・洪水注意報		被災地警戒本部設置 防災情報発信 避難準備情報 (防災情報メール、防災行政無線、広島県HP、SNS、公共情報モブ)「大雨・洪水注意報」 避難所開設(梅林・八木小学校)	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時連絡 雨量計・Xレーンの雲の動き 連絡網：自主避難連絡(電話) ※異常な現象があった場合 避難状況の把握・連絡	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時連絡 連絡網：自主避難連絡(電話) 避難先の連絡を受けた場合報告	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時通報し避難 自主避難の情報を受け避難の準備 避難する人は、自主避難 自主避難先を連絡
3時間前	第2段階	大雨・洪水警報	基準値超過	被災地対策本部設置 防災情報発信 (防災情報メール、防災行政無線、広島県HP、SNS、公共情報モブ)「大雨・洪水警報」 「土砂災害危険度情報」	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時連絡 雨量計・Xレーンの雲の動き 避難連絡(電話)(10分)	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時連絡	防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット 通報し避難準備 決めた場所に避難 移動(昼15分)(夜20分) 避難先の連絡※避難先リストに記入 八木・梅林小学校に避難(昼20分)
2時間前	第3段階	土砂災害警戒情報	2時間後「超過」	被災地対策本部設置 防災情報発信 (防災情報メール、防災行政無線、広島県HP、SNS、公共情報モブ)「土砂災害警戒情報」	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時連絡 雨量計・Xレーンの雲の動き 避難連絡(電話)(10分)	防災情報収集 (防災行政無線・防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット) 異常な現象発見時連絡	防災情報メール・テレビ・ラジオ・インターネット 通報し避難準備 決めた場所に避難 移動(昼15分)(夜20分)
1時間前				1時間後「超過」	避難状況の把握・連絡 避難完了 (マツヨリ談話室に避難後、避難所への移動は個別に判断)	避難完了	避難完了
発生		大雨特別警報	現在「超過」	災害状況を把握、救援要請 消防署・警察署出動			

誰が いつ どのタイミングで どのような行動を役割別に時系列で整理



パッケージとしての防災コンサルティング

- OYOグループが有するあらゆる技術を駆使し、お客様のニーズに合わせて、調査、シミュレーション、設計・計画立案から施工監理に至るまで、パッケージとしての防災コンサルティングをご提供いたします。

パッケージとしての防災コンサルティング

計測システム

雨量計・地表面伸縮計
地下水位計・孔内傾斜計
斜面監視システム
火山地震計・傾斜計 等

地盤調査

高品質コア・PDC 物
理探査技術 等

予測技術

地震・津波被害予測
火災延焼シミュレーション
三次元浸透流解析
落石シミュレーション 等

危機管理

情報サービス

地盤・自然災害リスクレポート
三次元地盤情報サービス
地盤情報クラウドシステム
避難支援アプリ 等

環境計画

廃棄物処分計画
森林環境整備 等

警戒避難支援

リアルタイムハザードマップ
土砂災害警戒避難タイムライン
地域防災計画策定
地域の防災教育支援 等

パッケージとしての防災コンサルティング

計測システム

雨量計・地表面伸縮計
地下水位計・孔内傾斜計
斜面監視システム
火山地震計・傾斜計 等

地盤調査

高品質コア・PDC 物
理探査技術 等

予測技術

地震・津波被害予測
火災延焼シミュレーション
三次元浸透流解析
落石シミュレーション 等

事業計画

情報サービス

地盤・自然災害リスクレポート
三次元地盤情報サービス
地盤情報クラウドシステム
避難支援アプリ 等

環境計画

廃棄物処分計画
森林環境整備 等

警戒避難支援

リアルタイムハザードマップ
土砂災害警戒避難タイムライン
地域防災計画策定
地域の防災教育支援 等

パッケージとしての防災コンサルティング

計測システム

雨量計・地表面伸縮計
地下水位計・孔内傾斜計
斜面監視システム
火山地震計・傾斜計 等

地盤調査

高品質コア・PDC 物
理探査技術 等

予測技術

地震・津波被害予測
火災延焼シミュレーション
三次元浸透流解析
落石シミュレーション 等

安全・安心な インフラ整備

情報サービス

地盤・自然災害リスクレポート
三次元地盤情報サービス
地盤情報クラウドシステム
避難支援アプリ 等

環境計画

廃棄物処分計画
森林環境整備 等

警戒避難支援

リアルタイムハザードマップ
土砂災害警戒避難タイムライン
地域防災計画策定
地域の防災教育支援 等



お問い合わせはこちらまで

応用地質株式会社

本社 サービス開発本部

HP: <http://www.oyo.co.jp/>

電話でのお問い合わせは

03-5577-4938 (サービス開発本部)

営業時間 9:00-18:00 土日祝、年末年始休み

OYOフェア 2015