

# 防災学術連携体

Japan Academic Network of Disaster Reduction

<http://janet-dr.com/>

## 熊本県熊本地方の地震に関する緊急共同記者会見

防災学術連携体(50学会)は、防災減災・災害復興に関する学会ネットワークとして、平成28年1月9日に発足し、日本学術会議と連携して活動しております。この度、2016年4月14日21時26分頃、熊本地方でマグニチュード6.5の地震が発生しました。防災学術連携体に所属する学会から、異なる分野の専門家有志が集まり、この地震に関する様々な質問をお受けする機会をつくるために共同記者会見を行います。

【日時・場所】平成28年4月18日(月) 12:45~14:00

公益社団法人 土木学会 A 会議室(東京都新宿区四谷一丁目外濠公園内)

### 【次第】

- 1 挨拶 緊急共同記者会見にあたって 大西隆 日本学術会議会長 12:45  
(メッセージ披露) 防災学術連携体副代表幹事・早大教授 依田照彦  
挨拶 防災学術連携体代表幹事・土木学会会長 廣瀬典昭
- 2 発表 (防災学術連携体の構成学会の有志、各発表2-3分) 12:48  
日本地震学会会長 加藤照之 (東京大学教授)  
日本地震工学会会長・地域安全学会副会長 目黒公郎 (東京大学教授)  
日本建築学会元会長・防災学術連携体代表幹事 和田 章(東京工業大学名誉教授)  
土木学会 本田利器 (東京大学教授)  
地盤工学会会長 東畑郁生 (東京大学名誉教授)  
日本地すべり学会副会長 落合博貴 (日本森林技術協会理事)  
日本集団災害医学会(DMAT) 森野一真(山形県立救急救命センター)
- 3 質疑応答 13:09  
司会 防災学術連携体 事務局長 米田雅子

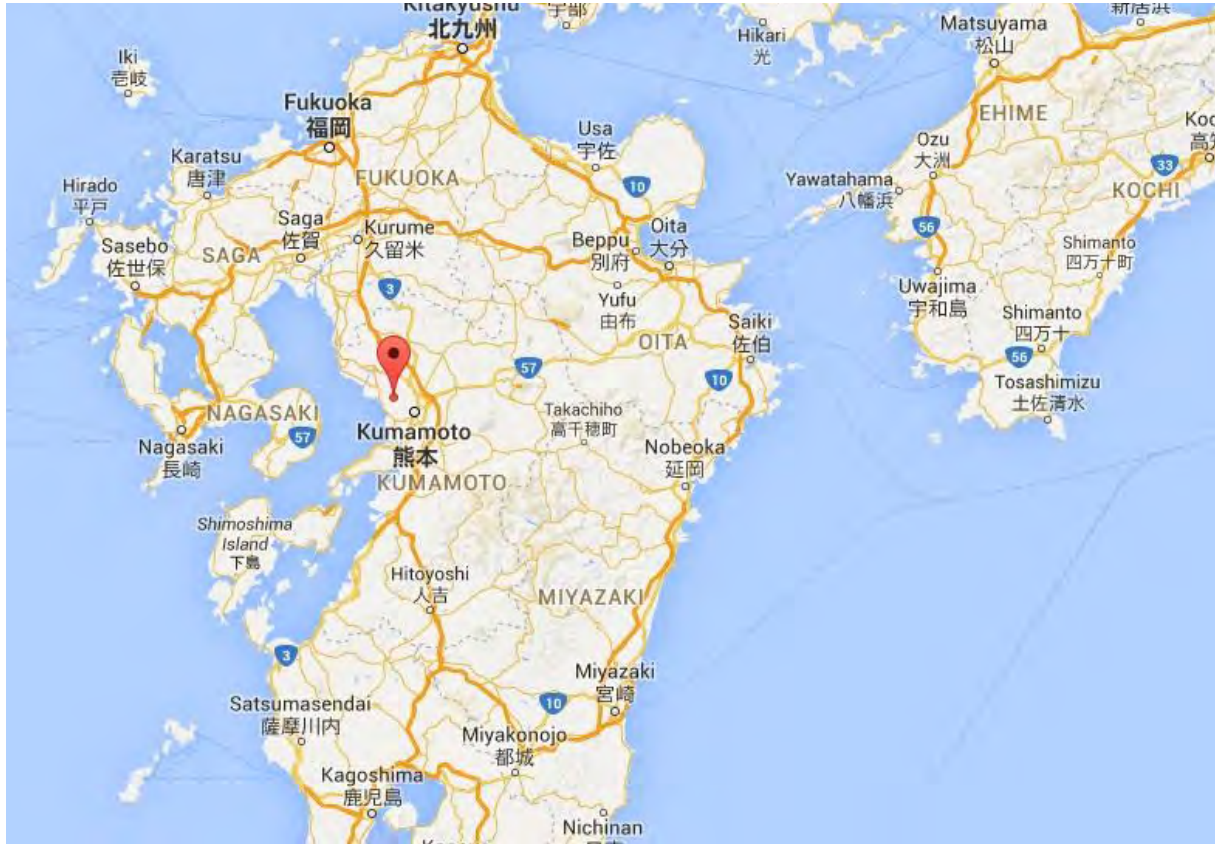
終了予定 14:00

(本資料の問合せ先)

防災学術連携体事務局長 米田雅子(日本学術会議連携会員・慶大特任教授)

[yoneda@psats.or.jp](mailto:yoneda@psats.or.jp) 03-5876-8461

## 平成 28 年(2016 年) 4 月熊本地震 概要



4 月 14 日 21 時 26 分発生 of 地震震源 (日本建築学会ホームページより)

気象庁「平成 28 年(2016 年)熊本地震」について(第 9 報)」より

4 月 14 日 21 時 26 分以降に発生した震度 6 弱以上を観測した地震(4 月 16 日 10 時現在)

発生時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
4 月 14 日 21 時 26 分	熊本県熊本地方	6.5	7
4 月 14 日 22 時 07 分	熊本県熊本地方	5.7	6 弱
4 月 15 日 00 時 03 分	熊本県熊本地方	6.4	6 強
4 月 16 日 01 時 25 分	熊本県熊本地方	7.3	6 強
4 月 16 日 01 時 46 分	熊本県熊本地方	6.0	6 弱
4 月 16 日 03 時 55 分	熊本県阿蘇地方	5.8	6 強
4 月 16 日 09 時 48 分	熊本県熊本地方	5.4	6 弱

### 1. 地震発生背景

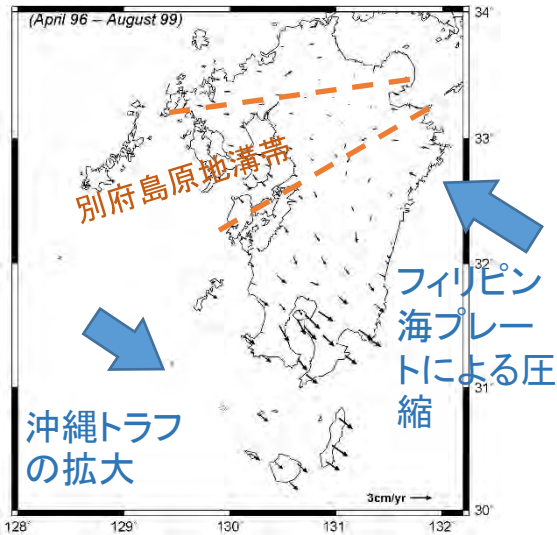


図1:九州地方の変位速度場とテクトニクス (kato et al., GRL, 1998を改変)

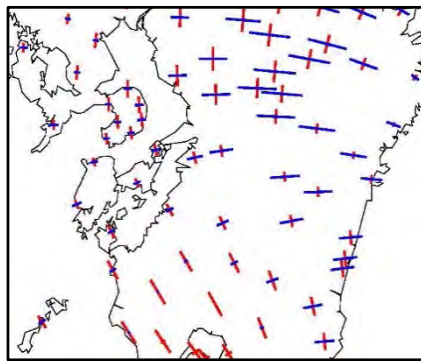


図2:九州中部の最大伸長・最大圧縮の方向。  
赤:伸長, 青:圧縮

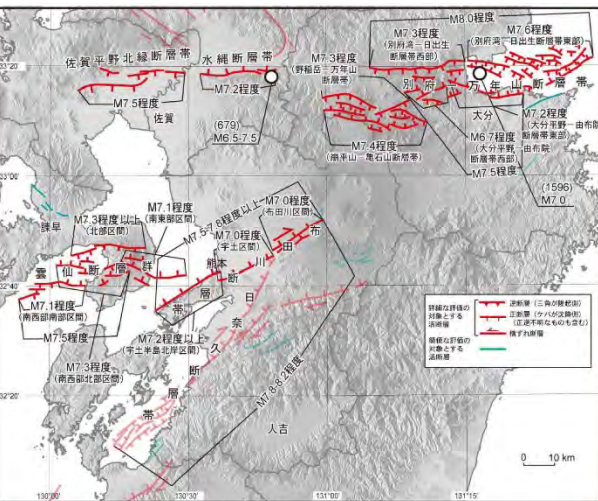
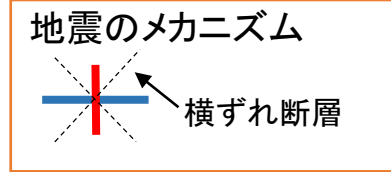


図3:地震本部資料「九州地域の活断層の長期評価(第一版)概要」より

#### <布田川・日奈久断層帯の長期評価>

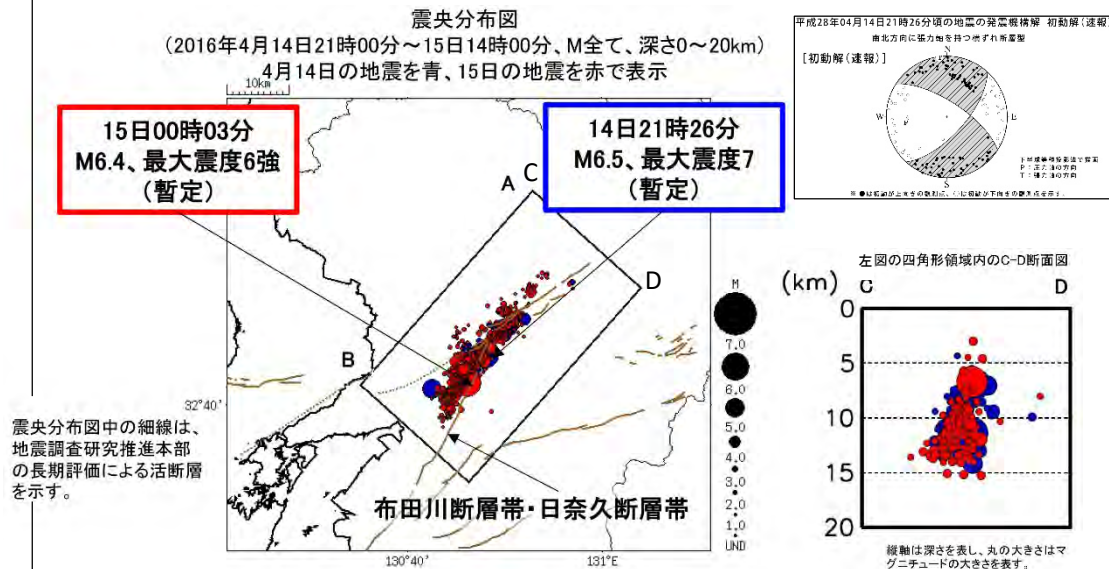
- ・30年確率(2013年1月1日起点の30年以内に発生する確率)
  - 布田川区間が「ほぼ0-0.9%」
  - 日奈久区間が「ほぼ0-6%」

#### <九州地方の地域評価>

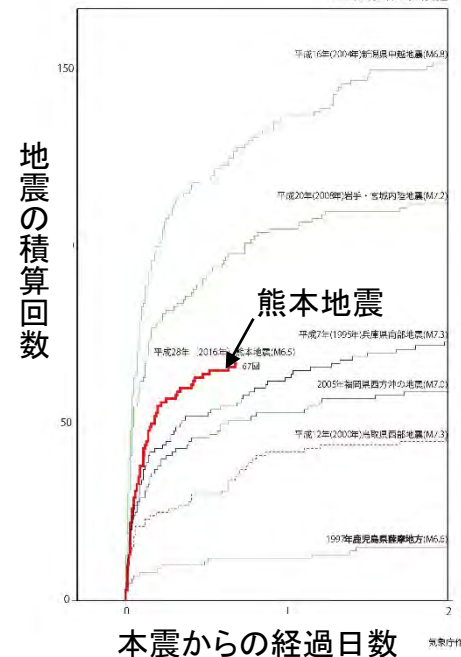
- ・中部区域
  - 最大地震の規模がM7.8-8.2程度
  - 確率は18-27%
- ・南部区域
  - 最大地震の規模はM7.8-8.2程度
  - 確率7-18%

### 2. 地震活動の経過(1)

#### 一日奈久断層北端の地震(14日21時26分; M6.5)



震央分布図中の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。



- ・4月14日(金)21時26分最初の「本震」(M6.5)が発生。日奈久断層帯の北端部、布田川断層との交点付近で発生。
- ・震源メカニズムは北東-南西走向の垂直の右横ずれ断層(想定と整合)
- ・震源が浅かったため、マグニチュードが6.5とそれほど大きなものでなかったにもかかわらず震源の直上付近では震度7という大きな揺れを記録した。
- ・余震は通常の地震よりは多めであったが、順調に減衰していた。

図4:気象庁報道発表資料(第6報)(平成28年4月15日15時30分発表)

### 3. 地震活動の経過(2)

#### 一布田川断層上の地震(16日1時25分; M7.3)

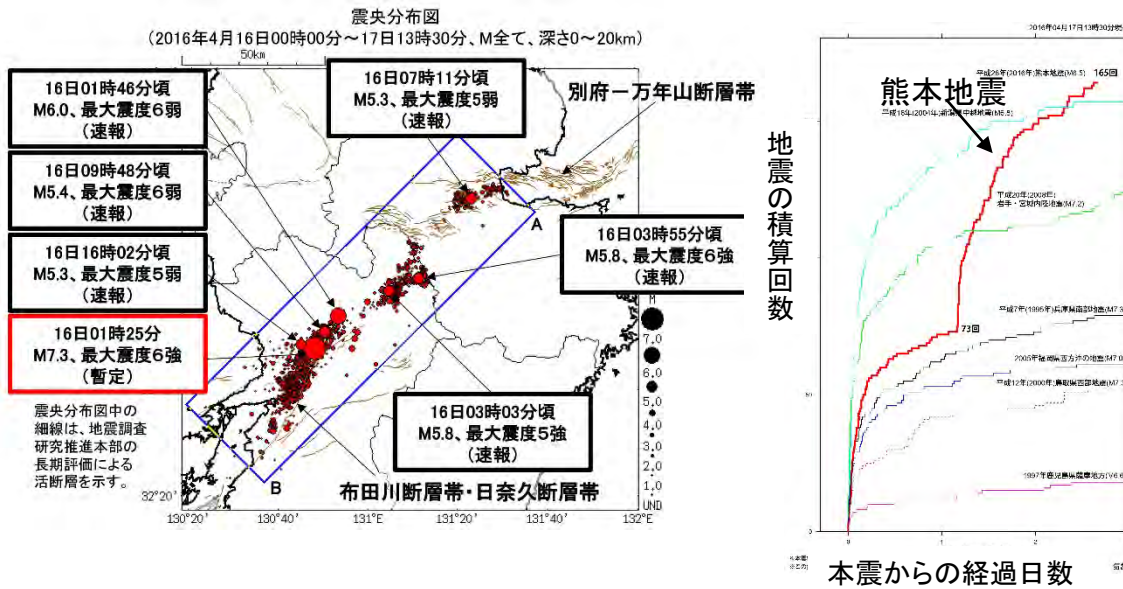


図5: 気象庁報道発表資料(第12報)(平成28年4月17日15時30分発表)

布田川断層上の地震(16日1時25分; M7.3)

- ・「本震」と改訂
- ・新たな活発な地震活動
- ・右横ずれ断層
- ・GPS観測で、断層南側で南西向き97cm、北側で北東向き75cmの変位を計測
- ・GPS観測に基づく断層モデルで3.5mの食い違いを推定。

### 4. その他 一今後の予測一

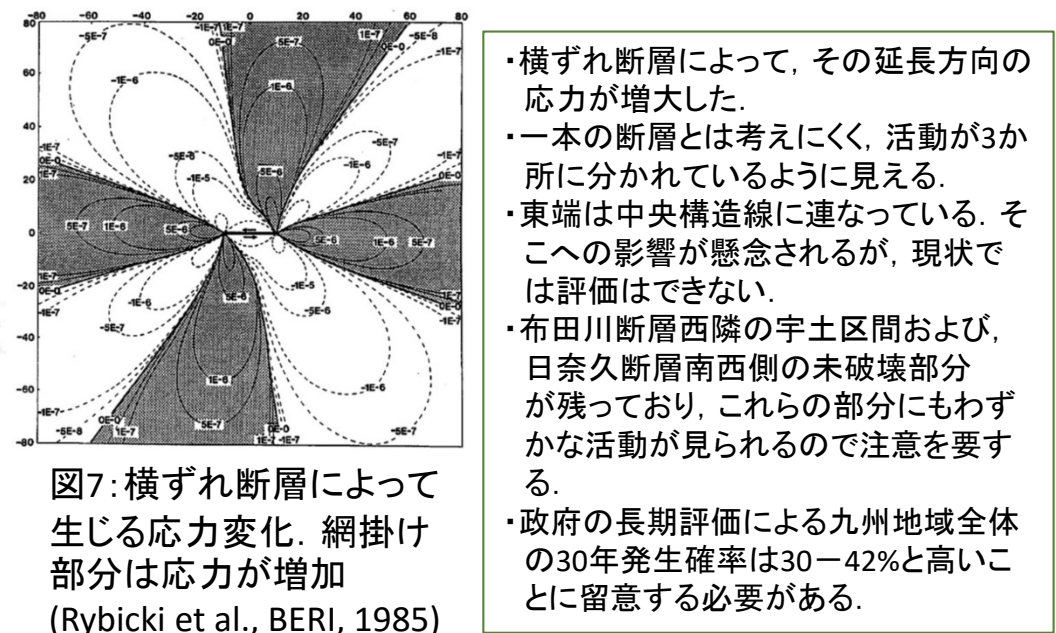


図7: 横ずれ断層によって生じる応力変化. 網掛け部分は応力が増加 (Rybicki et al., BERI, 1985)

### 5. まとめ

- ・別府島原地溝帯の南側を形成する布田川・日奈久断層で発生した地震活動. 九州中部の長期予測では比較的高い発生確率が得られていた。
- ・14日21時26分の地震(M6.5)は日奈久断層の北端部で発生. 余震は布田川断層にかかる. 震度7を記録。
- ・16日1時25分に布田川断層で最大の地震(M7.3)が発生. 活動が活発化し、布田川断層を超えて別府湾付近まで延びる. 3つの活動帯に分かれる。
- ・今後は中央構造線や布田川・日奈久断層の未破壊部分への活動拡大が懸念されるが、現状では評価はできない。

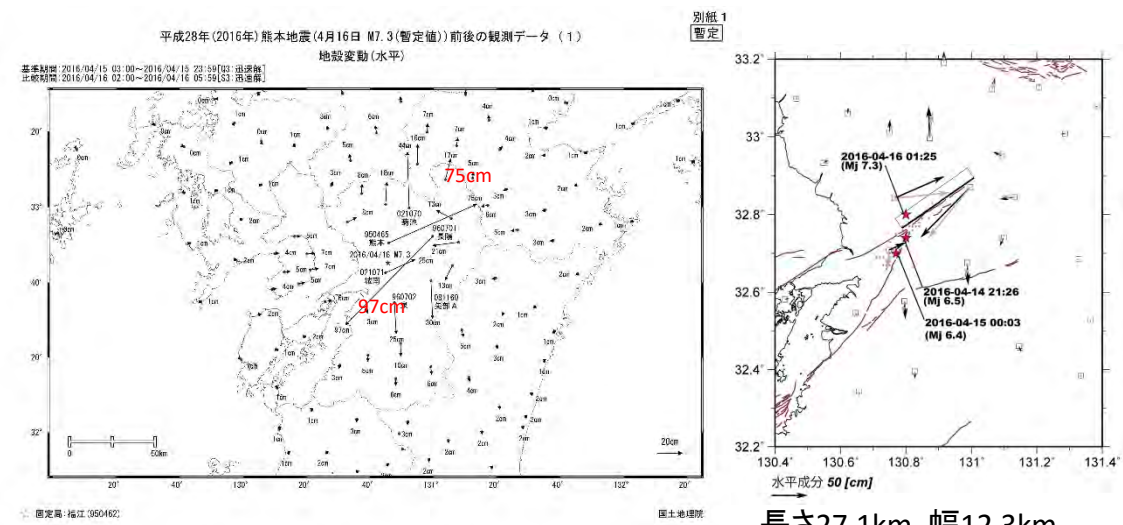


図6: 国土地理院HP資料

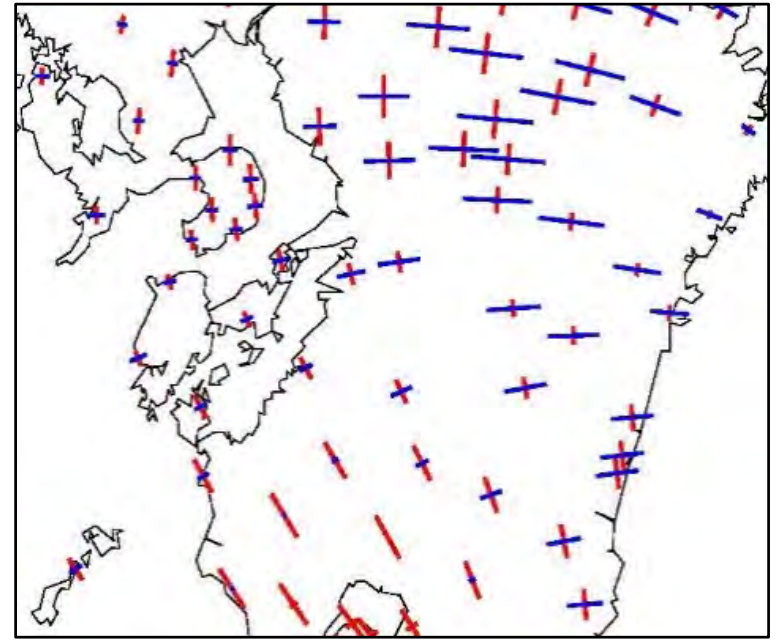
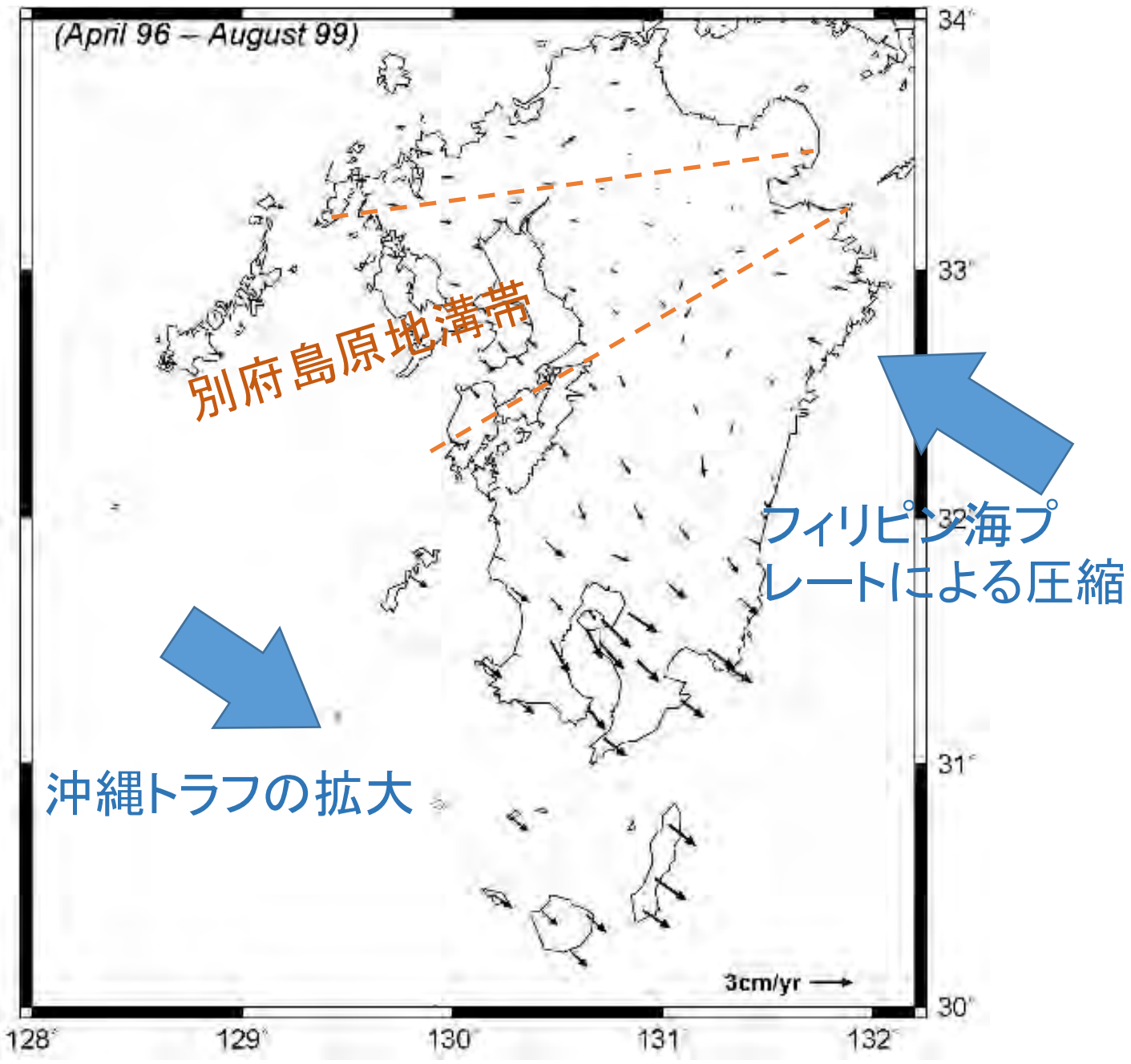


図2: 九州中部の最大伸長・最大圧縮の方向.  
赤: 伸長, 青: 圧縮

図1: 九州地方の変位速度場とテクトニクス (kato et al., GRL, 1998を改変)

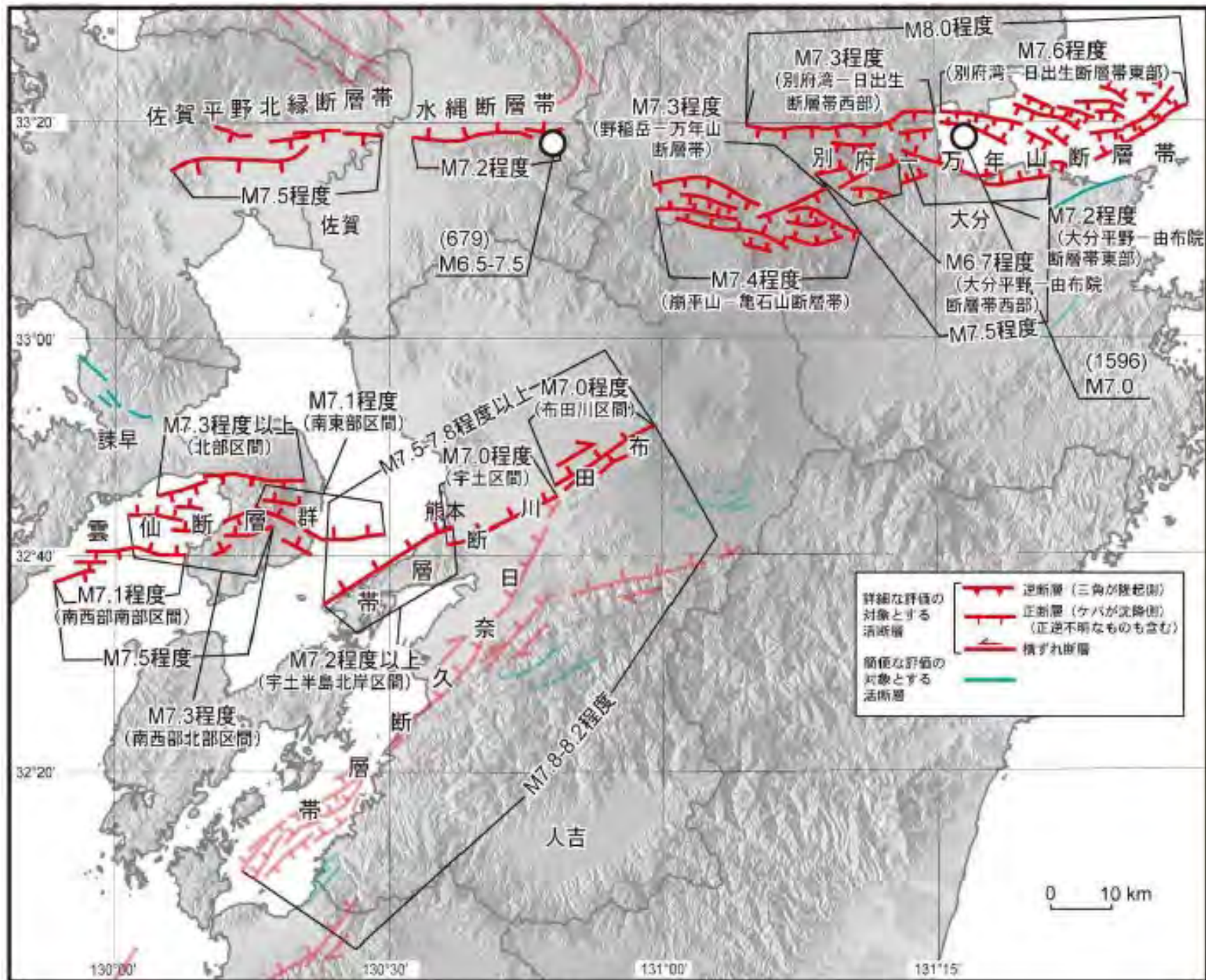


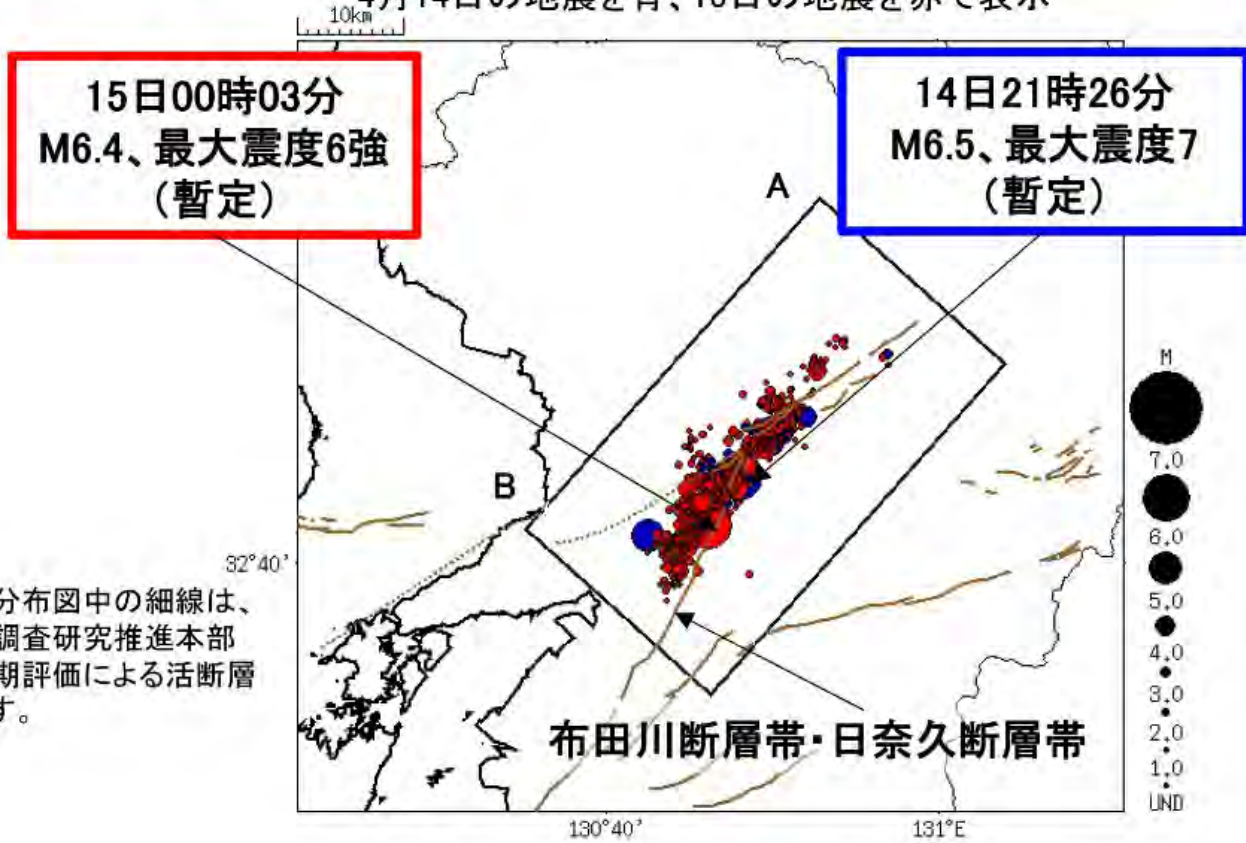
図3: 地震本部資料「九州地域の活断層の長期評価(第一版) 概要」より

[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13feb\\_chi\\_kyushu/kyushu\\_gaiyo.pdf](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13feb_chi_kyushu/kyushu_gaiyo.pdf)

# 震央分布図

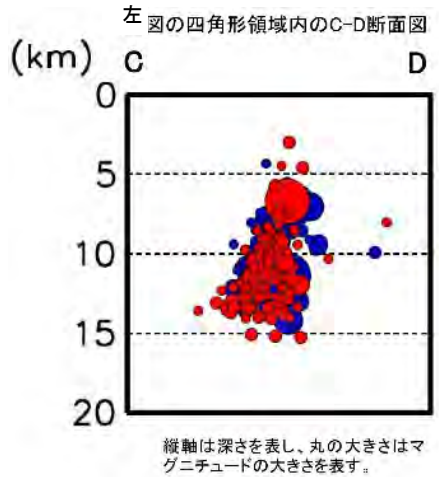
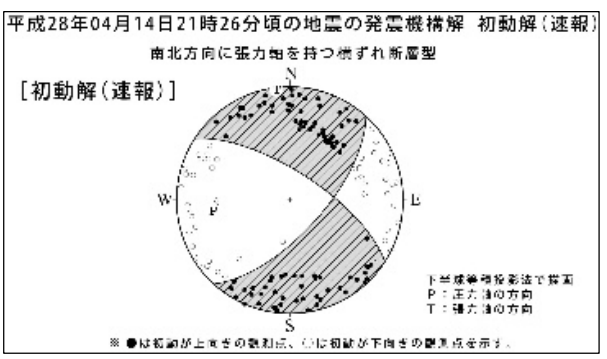
(2016年4月14日21時00分～15日14時00分、M全て、深さ0～20km)

4月14日の地震を青、15日の地震を赤で表示



震央分布図中の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

布田川断層帯・日奈久断層帯



縦軸は深さを表し、丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。

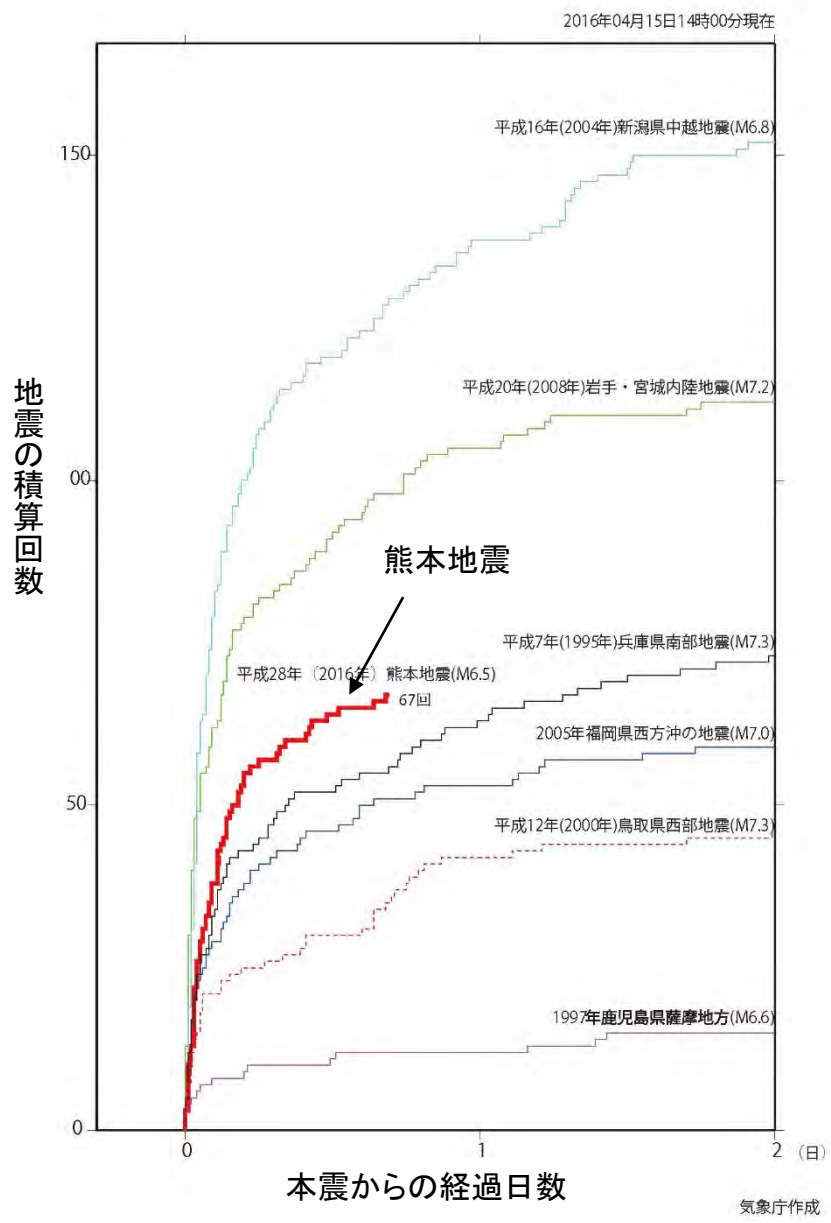


図4: 気象庁報道発表資料(第6報)(平成28年4月15日15時30分発表)  
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/15g/kaisetsu201604151530.pdf>

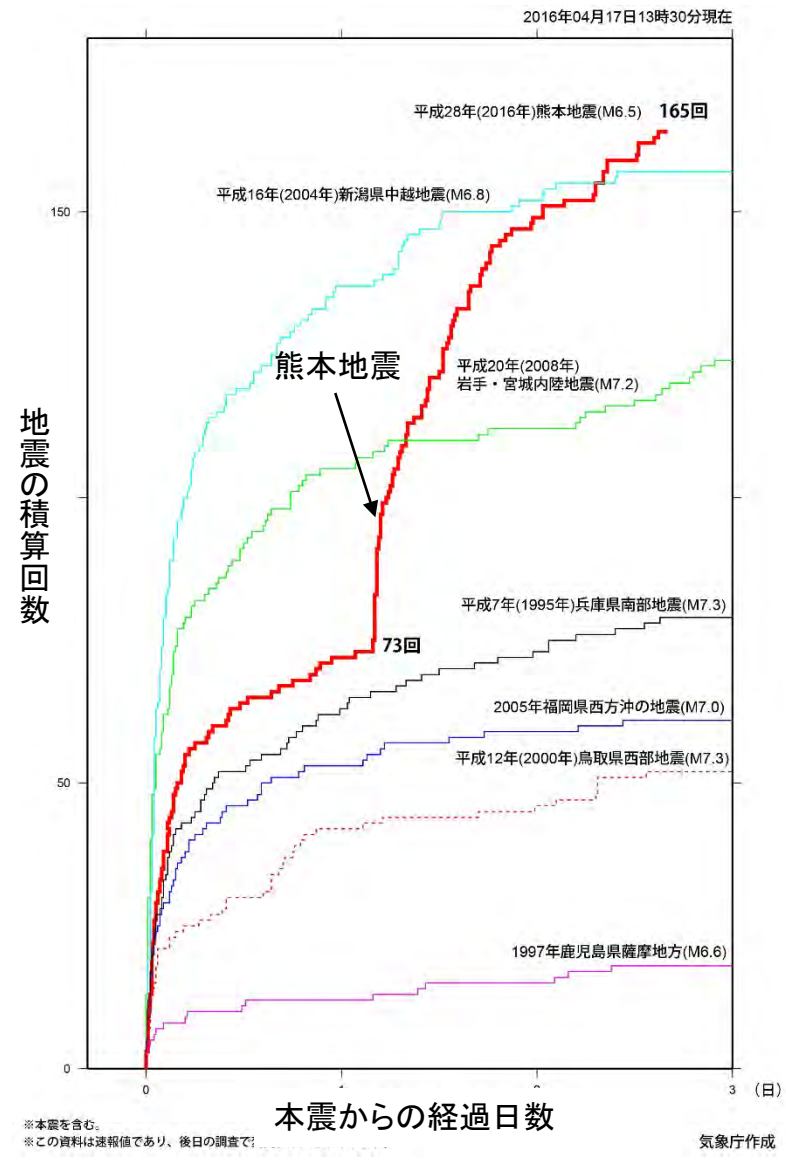
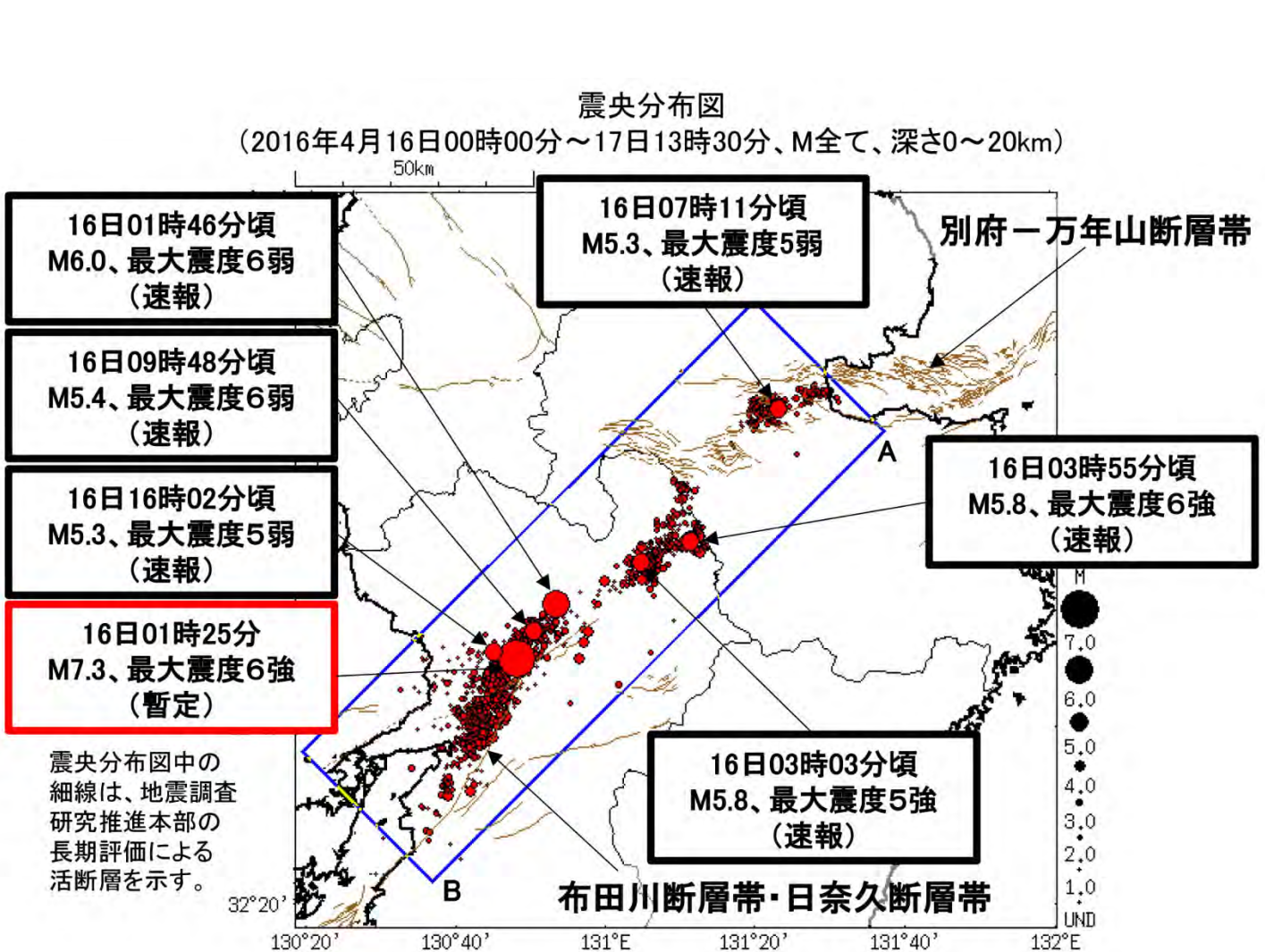


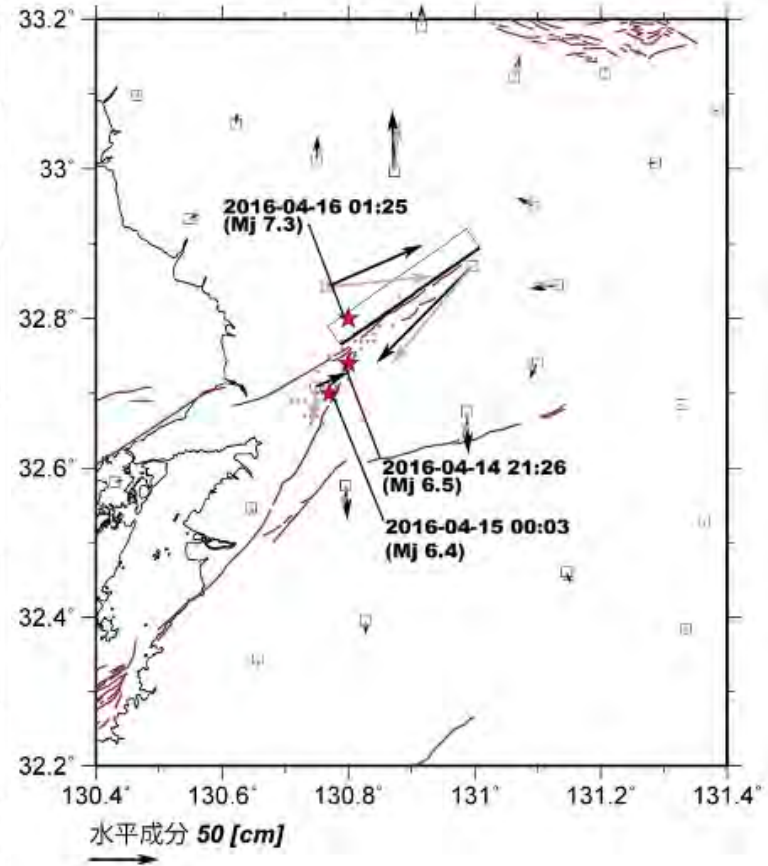
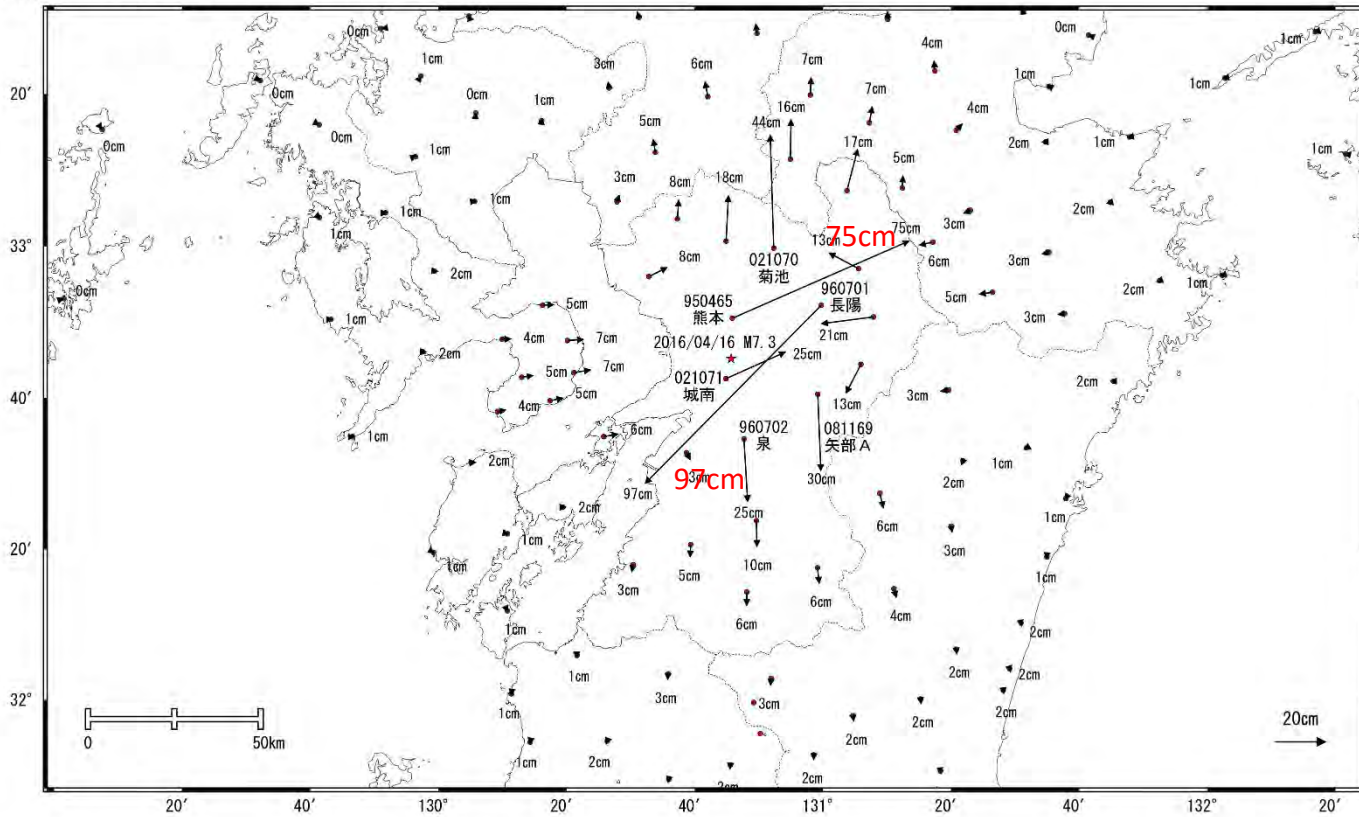
図5: 気象庁報道発表資料(第12報)(平成28年4月17日15時30分発表)

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/17b/kaisetsu201604171530.pdf>

平成28年(2016年)熊本地震(4月16日 M7.3(暫定値))前後の観測データ (1)

地殻変動(水平)

基準期間: 2016/04/15 03:00~2016/04/15 23:59 [03:迅速解]  
比較期間: 2016/04/16 02:00~2016/04/16 05:59 [S3:迅速解]



☆ 固定局: 福江 (950462)

国土地理院

図6: 国土地理院HP資料

[http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi\\_kumamoto20160414.html](http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi_kumamoto20160414.html)





日本地震工学会 会長、地域安全学会 副会長 目黒公郎

2016年熊本・大分地震により、犠牲になられた方々のご冥福をお祈り申し上げますと共に、被災された皆様、並びにご家族の方々に対し、心よりお見舞い申し上げます。一日も早い復旧と復興をお祈り申し上げます。以下に、地域安全学会と日本地震工学会の有志からのメッセージを記します。

### 大規模地震の発生から100時間を経過した時点での両学会からのメッセージ

#### 1. 地域安全学会からのメッセージ

1) 被災された方々へ：被災直後から復旧・復興期までを見すえた時間の流れと、これからの見通しを知りましょう。

1995年の阪神・淡路大震災から、2011年の東日本大震災までの巨大災害での被災者の生活の再建過程について、地域安全学会では研究を蓄積してきました。これらを踏まえて、発災から約100時間を経過しようとする時点で、今後の被災地社会やそこでの生活の見通しについて、被災された方々にお伝えしたいポイントを説明します。より詳しい情報は『復興の教科書』(<http://fukko.org/phase/>)を参照して下さい。

地震発生から最初の1ヵ月程度が【応急対応期】です。短時間のうちにさまざまな心理的イベントが続けざまに起きて、ただひたすらその対応に追われます。一方、1ヵ月を過ぎると、これまでの目まぐるしさはとうとう変わって時間経過がゆっくりと感じられ、一日が長く感じられる【復旧・復興期】に入ります。その背景に、被災者の時間感覚が、10時間 ( $10^1$ )、100時間 ( $10^2$ )、1,000時間 ( $10^3$ ) ...のように“対数”尺度で進んでいくという特徴があります。

#### フェーズ0【失見当期】(～ $10^1$ :災害発生～10時間)

災害が発生すると、突然の出来事に誰もが自分の周囲で何が起きているのかを客観的に判断できなくなってしまふ状態に陥ります。このような心理状態のことを【失見当期】と呼び、およそ10時間以内に次のフェーズに移行するといわれています。

#### フェーズ1【被災地社会の成立期】(～ $10^2$ :10～100時間)

失見当期を過ぎ、安否確認や救助、避難行動などを行っているうちに、徐々に客観性を取り戻していきます。周囲の人々とも情報交換を重ね、非常事態になったことを理解し、当分の間不自由な生活が続くことを受け止めるようになるため、被災地独自の秩序が構築されていくといわれています。これを【被災地社会の成立期】と呼び、災害発生後の「10～100時間」の範囲で見られます。

#### フェーズ2【災害ユートピア期】(～ $10^3$ /100～1,000時間)

被災地社会が成立し、災害発生から数日が経った頃になると、被災者同士が協力し合いながら日々を乗り越えていくフェーズへと入ります。年齢・性別・肩書きの区別なく強い絆で結ばれる善意に満ちた状態は【災害ユートピア期】と呼ばれ、発災数日後から1～2ヵ月程度(100～1,000時間)続くとされています。

#### フェーズ3【復旧・復興期】( $10^4$ ～:1,000時間～)

災害発生から数ヵ月が経つと、ライフラインが復旧することで、家屋の被害程度が軽少の被災者から自宅に戻り始め、仮設住宅の建設も進むため、“協働生活”から“個人生活”へと戻っていくフェーズとなります。ある種のユートピア状態から脱するこの時期を【復旧・復興期】と呼び、被災地に日常性が戻り、復興に向けた長い活動が本格化する時期を指します。

“被災者視点の復興”を考えていく上では、この「10の対数による時間軸」というものが最も重要な時間の尺度となっているのです。



時間経過に伴った被災体験のレベルと被災者心理のフェーズ

## 1. 地域安全学会からのメッセージ (つづき)

### 2) 被災者(地)を支援される方々へ: 不眠不休の作業は長続きしません。大事なときだからこそ、持続できる体制を作って被災者を支えましょう。

被災者・被災地の支援に参加される方々に知っておいて頂きたいポイント。詳しくは、「惨事ストレスとメンタルケア-災害支援参加のあなたへ 必読書」 ([http://tatsuki-lab.doshisha.ac.jp/~statsuki/papers/CriticalIncidentStress2011/stress\\_and\\_care.pdf](http://tatsuki-lab.doshisha.ac.jp/~statsuki/papers/CriticalIncidentStress2011/stress_and_care.pdf)) を参照して下さい(自治労, 2011)。

#### ステップ1:被災から復興の流れを知りましょう

10~100~1,000時間という時間の流れ(「時間経過に伴った被災体験のレベルと被災者心理のフェーズ」)を意識して、自分たちは、どの時期に、どういった支援をすべきか、しっかり認識して現地に向かうことが大切です。

#### ステップ2:休憩をとる仕組みを作りましょう

被災地での災害支援ボランティアは、無我夢中で不眠不休の活動になりがちです。しかし、復興までの時間軸からすれば、長い期間の支援が必要です。そこで、①支援日数はできれば1週間くらいとする。②被災地の人是不眠不休の興奮状態にあります。そのような中で支援にあたるスタッフもかなりの興奮状態になります。そこで、③各自が休憩を取れるローテーションを作りましょう。「支援に来たからといって、張り切って仕事を独占しない。現地の人しかできない仕事とそうでない仕事を分ける。誰が入ってもわかるように、作業ノートをつける。作業は3人で一人分を担う。焦らない。」などが大切です。

#### ステップ3:ONとOFFの切り替えを明確にする

たとえばONの時期とは、①出発式や②現場での朝礼ミーティングでしょう。現場でのOFFとは、③交替で必ず休憩を取ることや、④当日の業務の終わりには夕礼にフィニッシュミーティングをとり、作業の報告だけでなく、思ったこと、感じたこと、嬉しかったこと、怖かったこと、危険だったこと、提案、反省点などを話しあう時間をとることです。

#### ステップ4:現場でのストレス緩和の方法を実践しましょう

人は誰にでも自分にあったストレス対処の方法を持っています。その方法をあらかじめ確認しておいて、現場で実践しましょう。ストレス対処の方法は以下の6つに分けられます。その頭文字をとってBASIC-Phと呼びます。B(Belief)信念や使命を大切に。A(Affect)感情を表にだす。S(Social)人とつながる。

I(Imagination)プチ「現実遊離」(音楽、読書、夢想など)の時間を持つ。C(Cognition)現実的問題解決。Ph(Physical)身体を動かす。マッサージする。お酒は不眠を招くので飲まない。コーヒー・紅茶も夕方以降は控える。

#### ステップ5:クールダウンする

- ①災害支援参加報告会をする。
  - ②自分のストレス状態をチェックする。
  - ③1ヶ月後に再チェックする。
- (文責: 地域安全学会会長・同志社大学教授 立木茂雄)

## 2. 日本地震工学会からのメッセージ

### 1) 今後の被災地対応に関して:

- 被災者の精神的な安定とマインドのリセット
- 災害関連死を発生させない努力(精神的、身体的ケア、特に、災害時要援護者、高齢者)
- 同一被災市町村内に限らない広域避難の積極的な実施
- 災害ボランティアの有効活用、特に、専門性の高いプロボノ(Pro bono)の有効活用方策の設立
- 被害と災害対応の記録の保存と共有化の仕組みづくり
- 大災害が持つ、被災地の課題をより甚だしく、時間を短縮して顕在化させる特徴への理解  
→元通りのまちへの復旧ではいけない(Build Back Better:より良い復興の発想の重要性)
- 「震災(災害)ユートピアから現実へ」、そして未来責任を持つ復興の姿
- 自分たちの将来の問題とはいえ、精神的にも時間的にも最も余裕の無い被災者や被災自治体に、短時間で、復旧・復興計画を考えてください、という現在の仕組みでいいのか
- 避難所や自家用車などに避難されている方々のエコノミークラス症候群対策
- アスベストの飛散問題(既存不適格ビルとアスベスト:静かな時限爆弾)防塵マスクの徹底
- 風評被害対策と社会の自粛モードの自粛
- 2次災害として懸念される感染症への対応(避難所や市民への理解推進)  
現在流行している感染症はインフルエンザ、りんご病(子供に多い)、流行性耳下腺炎など。以下のリンクで詳細の情報がわかる。[http://www.city.kumamoto.jp/hpkiji/pub/detail.aspx?c\\_id=5&id=4156](http://www.city.kumamoto.jp/hpkiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=4156)  
大規模自然災害の被災地における感染制御マネジメントの手引き(日本環境感染学会) 2015.9.24[http://www.kankyokansen.org/other/hisaiti\\_kansenseigyoo.pdf](http://www.kankyokansen.org/other/hisaiti_kansenseigyoo.pdf)
- なお、日本地震学会は4月14日10時10分に「熊本地震災害対策本部」を設置

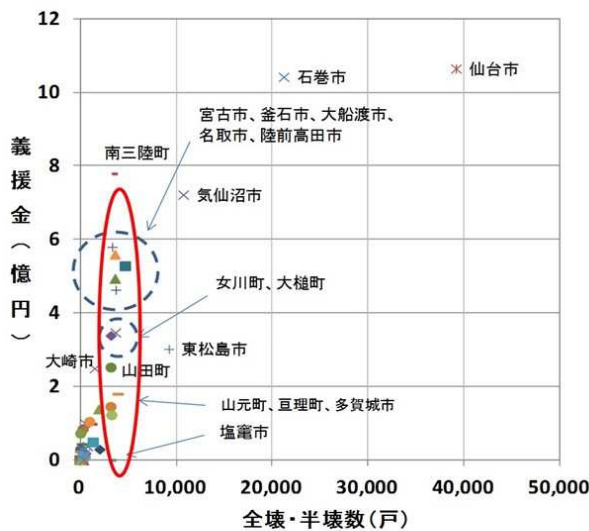
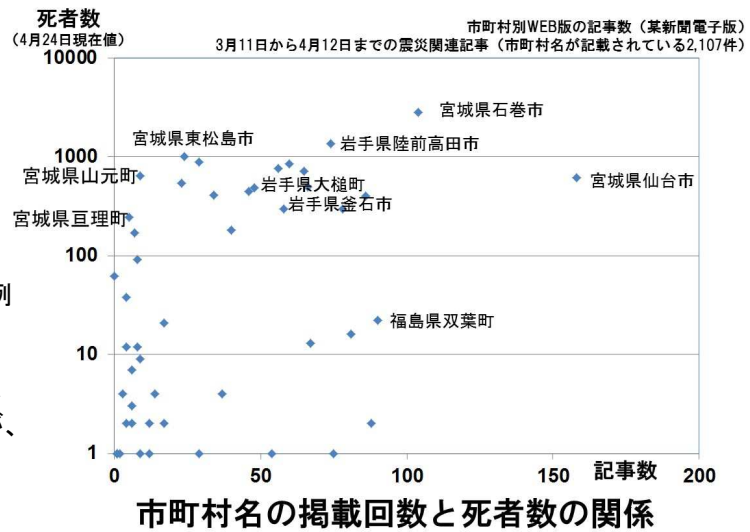
## 2. 日本地震工学会からのメッセージ (つづき)

### 1) 今後の被災地対応のために：(つづき)

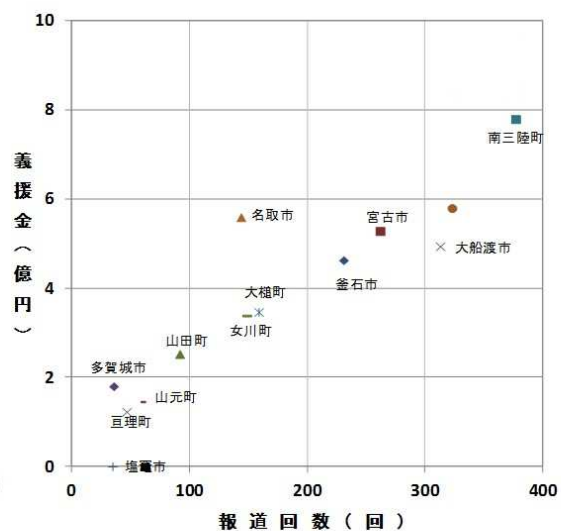
- 報道の皆様へのお願い (図は東日本大震災時の例)
- 現象先取り、防災行動誘発型報道のすすめ
- ミスリードしない報道のお願い

左は、死者数が多くても報道に載らない市町村が多数あった事例

下の2つの図は、被害がほぼ同じ規模の被災自治体への義捐金が、報道回数によって大きく変わった事例



市町村別の建物被害数と義捐金の関係



3~5千戸規模の建物被害のある市町村の義援金総額と報道回数の関係 (某TV 3月11日~6月30日)

### 2) 今回の地震災害を踏まえて、他地域の地震防災への教訓

- 「災害は弱い者いじめ」で、様々な理由の弱者を被災させる。  
高齢者、若者が脆弱な建物に住み、それが壊れて死傷する。特に、対象地域外から、その地域に移り住んだ学生 (専門学校、大学院生を含む) や若手社員は、経済的な理由から安価なアパートや借上げの寮などを利用することが多く、その耐震性が不十分であると死傷しやすい。阪神・淡路大震災時も同様であった。この問題を解決しないと、次世代を担う若者を選択的に被災させることになる。
- 災害関連情報 (被害と災害対応の記録) の保存と共有化、さらに将来の災害軽減と対応のための有効活用のための仕組みづくり
- 通電火災の防止目的で普及をはかっている「感震ブレーカー」の問題  
良かれと思って、問題を生む状況をつくる (災害イメージ不足による)
- 残存耐震性能の評価法の高精度化 (繰り返される強震動による被害特性、被災建物の耐震性評価)
- 災害保険のリスクコントロール機能の強化
- 人口減少社会における重要な防災対策: 「災害ポテンシャルの高い地域から低い地域への人口誘導」
- 防災対策の「コストからバリューへ」の意識改革の重要性

(文責：日本地震工学会 会長・東京大学教授 目黒公郎)

# 地震災害を軽減するために建築物の耐震性向上を！

和田 章

防災学術連携体代表幹事、東京工業大学名誉教授、

日本免震構造協会会長、元・日本建築学会会長

## 1. 地震災害と建築の崩落

熊本地震を受けて、多くの建築が壊れた。42人の貴重な命が奪われ10名の行方不明者がいるとされ、4月17日時点で11万人を超える人々が避難生活を余儀なくされている。建築の耐震性向上を研究課題にしてきたものの一人として、努力が全国に行き渡っていなかったことを不甲斐なく思う。次には仮設住宅が必要になるが、普段の平穏な生活は建築で支えられていることを再認識する。建築は衣食住の一つであり、人が生きていくための器であり、地震災害を本気で減じようとするなら、建築を壊れなくすることが最も重要である。

建物全体の重量を計算して総床面積で除すると、単位床面積当たりの建築重量が求まる。1㎡当たりの建築重量は、木造では約350kg、鉄骨造では約650kg、鉄筋コンクリート構造では約1200kgとなる。建築はこれら重量と構造体の剛性によって、中に暮らす人々の安定した生活・活動やプライバシーを守っているとも言える。80㎡の総2階建て木造住宅の場合、1階の上には28tonの重量があり、鉄筋コンクリート構造の10階建てのマンション（80㎡）の1階の上には960tonの重量があることになる。木造では大型トラックの下、マンションでは10台の蒸気機関車（D51は100ton/台）の下に住んでいるのと同じである。簡単な計算の結果、とんでもない重量の下で、人々が生活し活動していることが分かる。

人々の命を守るためには、大きな地震を受けても建物が崩落することだけは避けねばならない。1981年に改正された我が国の耐震基準では、人命を守るために建物の崩壊を避けることを強く主張している。

## 2. 熊本県の耐震基準

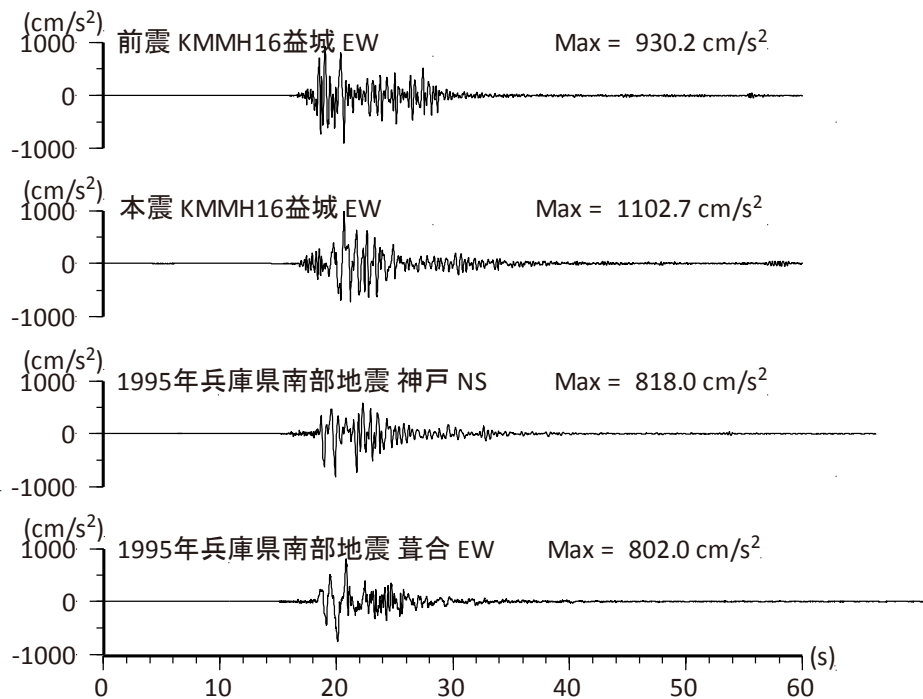
最近50年の経験では、熊本県に大きな地震は起こっていないように感じる。建築基準法による地域係数は、東京や大阪を1.0として、福岡県、佐賀県、長崎県、鹿児島県が0.8とされている中で、熊本県の大半は0.9と決められ、九州の中では地震危険度の高いところとされている。ただ、この度の熊本地震の本震の観測結果から計算した地震動の破壊力は、1995年兵庫県南部地震と同等であり、実際に起こる地震動の破壊力が東京や大阪に比べて小さいわけではない。大地震の起こる頻度が低いだけである。頻度が低いからといって、相対的



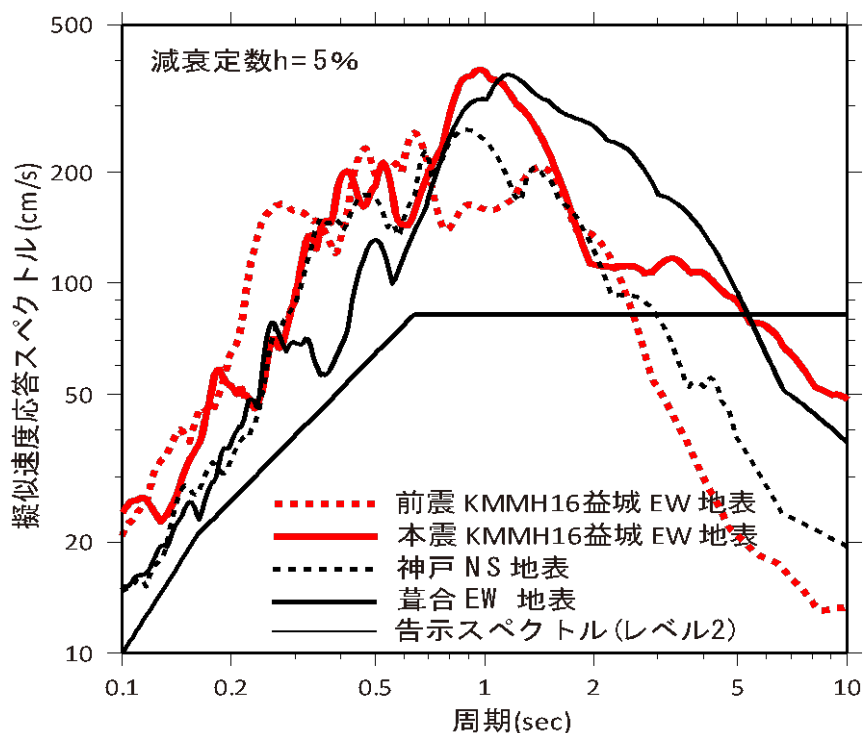
1階が完全に破壊した2階建て木造住宅の左側部分



1階が完全に破壊した2階建て木造アパート建築  
(4月14日21:26分に起きた熊本地震で震度7の揺れを受けた益城町)



加速度記録の比較（前震 4/14/21:26、本震 4/16/01:25、兵庫県南部地震）



擬似速度応答スペクトルの比較（前震 4/14/21:26、本震 4/16/01:25、兵庫県南部地震）

（上記の2つのグラフは、防災科学技術研究所の観測データをもとに、清水建設（株）技術研究所の宮腰淳一博士が纏められた）

に弱い建築を建てても良いのか、疑問が残る。

カリフォルニア州では断層の領域に建設禁止地域があり、断層の近傍では距離に応じて設計条件を厳しくする near fault factor（断層近傍係数）を設けている。わが国には認知できていない断層もあり、国土が充分広くないので難しいが、取り入れるべき考えである。

### 3. 木造の1階が壊れ易いことは分かっている、全国民で対策を！

この度の熊本地震では、多くの古い木造が崩落したこと、必ずしも古くない木造建築も崩落してしまったことがあり、耐震性確保の努力が足りなかったことが残念である。我が国の過去の地震（兵庫県南部地震 1995 年、新潟県中越地震 2004 年、能登半島地震 2007 年、新潟県中越沖地震 2007 年など）でも、2階建木造建築は多く倒壊・崩落している。

1階には大きな部屋が設けられ易く、特に南側は開放的に作るため筋違や合板を利用した壁が設けられにくい。街道沿いの商業木造建築はその街道に沿った面に壁が設けられない。このように1階の剛性や強度は不十分なだけでなく平面的に偏りやすい。一方、2階には細かく分かれた部屋が設けられ、筋違や合板による壁が多く配置されることが多い。さらに、2階の「柱と壁」は屋根しか支えていないが、1階の「柱と壁」は屋根と2階を支えているから、1階は2階より丈夫に作らねばならないことは誰にでもわかる。「各階の弱さ」は背負っている重量と壁の量の関係で決まるから、1階に被害が集中しやすい。どのような場合でも、地震は相対的に弱いところを集中的に壊そうとする。

日本は地震国である。昨日まで大丈夫だったからといって、明日は分からない。全国の人々にお願いがある。大きな2枚の画用紙に2.5cmグリッドを書き、これを半間(90cm)として、各用紙に1階と2階の平面図を描き、柱の位置に黒丸を描き、筋違や合板の壁、土壁の部分を赤鉛筆で太く描き入れ、家族皆でよく見て欲しい。平面的にバランスは良いか、2階より1階は丈夫と思えるかなど、真剣に議論して欲しい。市町村のホームページで耐震診断への手引きの案内をしているはずである。ぜひ進んで相談して欲しい。

### 4. 建築内の避難路、家具の転倒などへの注意

柱・梁・壁などの主体構造は壊れなくても、その他の二次的な構造材の壁や天井などが壊れた建築もある。L字型に配置された中高層マンションの場合、L字の2つの辺の間に縦方向の隙間（エキスパンション・ジョイント）を設けるが、この部分の設計施工に問題があり、大きく破壊したところがある。設計上の配慮が足りていなかったことが残念である。

建築が壊れなくても、内部の揺れは上層階ほど大きく、壁に固定していない

家具は容易に倒れ、家具の上部に置かれたものは容易に落ちる。このたびの地震でも多くの方が病院に運ばれたが、事前の対策、重たいものは高いところに置かないなどが必須である。

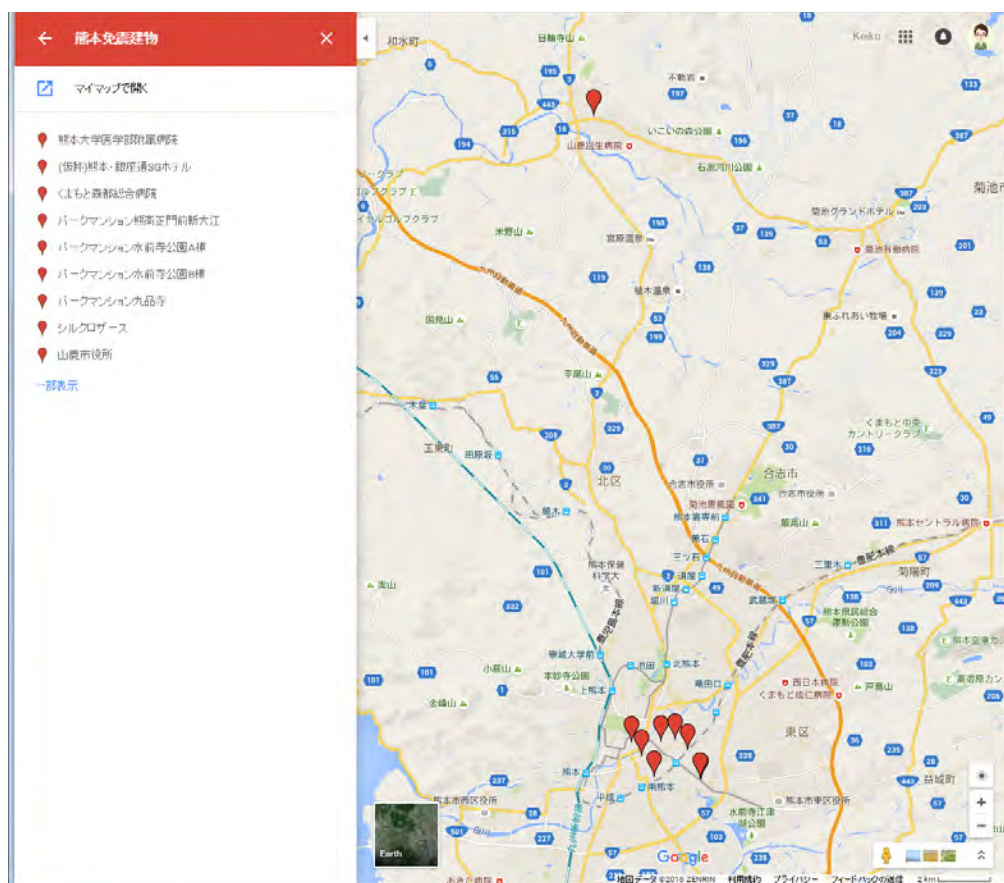


L字型に配置された二棟の中高層マンションのコーナー部分に  
設けられたエキスパンションジョイントの破壊

## 5. 波状的に襲う大地震

熊本の地震は、4月14日夜に始まり、その後何度も余震があり、16日未明に本震が起き、さらに次の地震が続いている。このように、波状的に襲ってくる地震動は、通常の耐震設計上では考慮されていない。通常の場合は、新しい建築に一回の大きな地震動が襲う場合しか考えていない。このたびの波状的地震

動は、地盤の破壊を拡大し、木造建築の破壊に影響を与えるだけでなく、鉄筋コンクリート構造、鋼構造においても、構造的被害が拡大する可能性がある。このような累積的な損傷が構造物に与える影響は、今後の新しい研究課題である。



熊本県内の免震建築（提供：福岡大学工学部 森田慶子）

## 6. 耐震改修の必要性と、免震構造・制振構造などの新しい耐震構造の普及

耐震性の低い既存建築の耐震性向上は経済的に難しいことがあっても進めねばならない。我が国の研究者・技術者は、1968年十勝沖地震、1978年宮城県沖地震、1995年兵庫県南部地震などの大きな痛手を受け、諸外国との技術交流もあり、この50年の間に耐震技術を向上させてきた。これらの研究成果として、免震構造や制振構造があり、国内外で1990年頃から多くの建築に使われている。熊本市にも、地図に載っていないものも含め免震構造が22棟ある。4月15日に熊本大学病院を尋ねて看護婦に伺ったが、免震構造であることをご存知で、地震後に何事もなく普段の医療を続けることができたと言われた。大きな自然災害に途方に暮れることなく、より良い技術を開発し、健全に普及しなければならない。

# 土木学会の被災地現地調査

- 4/15から、複数の先遣隊が現地調査を実施
  - 詳細な分析よりも、現地での被災直後の状況の把握と記録を重視
- 4/27に、「平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会」を開催予定
  - 会場: 東京大学 武田ホール(武田先端知ビル) (予定)
  - 詳細は地震工学委員会のウェブサイトにて告知  
<http://committees.jsce.or.jp/eec2/>
- 今後、土木学会本部に災害対策本部を設置する予定
  - 学会間はもちろん、産官学の連携もとりつつ、有用な情報の収集、発信
- 被害調査の継続
  - 地震被害調査関連学会連絡会(土木学会、日本建築学会、地盤工学会、日本機械学会、日本地震学会)等を通じて、他学会との連携もとりつつ、より詳細な調査を実施する
  - 地盤工学委員会が近日中に、斜面災害を中心に調査する先遣隊を派遣する
- 情報の発信
  - 情報の発信にあたっては、情報を一元集約し、適宜、学会ホームページや、facebook、記者発表等により発信していく

## 主な被災地調査先遣隊

- (1)地震工学委員会先遣隊(団長: 京都大学 高橋良和准教授)
  - 4/15から調査を実施。結果は、情報共有のため速やかに公開
    - 地震被害調査小委員会ホームページ  
<http://committees.jsce.or.jp/eec205/node/26>
    - 京都大学防災研究所 後藤浩之氏  
<http://www.catfish.dpri.kyoto-u.ac.jp/~goto/eq/20160414/report.html>
    - 大阪大学 秦吉弥氏  
<http://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/160416hata.pdf> 今後、順次追加予定
- (2)土木学会西部支部調査団(団長: 熊本大学 松田泰治教授)
  - 調査結果は、熊本大学 減災型社会システム実践研究教育センターのウェブサイトにて順次公開  
[http://iresc.kumamoto-u.ac.jp/iresc\\_dobokureport.pdf](http://iresc.kumamoto-u.ac.jp/iresc_dobokureport.pdf)
- (3)地震工学委員会第二次先遣隊
  - 筑波大学 庄司学准教授らのグループ、
  - 長岡技術科学大学 池田隆明教授らのグループ
  - 4/16より現地調査を実施。結果は、上記地震被害調査小委員会ホームページで順次公開。
- これらの調査結果については、4月27日の「平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果速報会」で報告予定。

調査速報より抜粋 (今後の詳細な分析等により, 内容が修正される可能性があります)



九州自動車道 木山川橋(益城熊本IC-嘉島JCT間)における4/16未明のM7.3の地震(本震)前後の比較。M7.3の地震により、橋軸直角方向へ振動し、変位拘束ブロックが損傷したものの桁位置に大きな変化無し。落橋防止工の効果。

(京都大学 高橋良和 准教授作成の資料より)



阿蘇大橋の被災状況. 土砂災害の影響大



南阿蘇橋の被災状況(ダンパーの基礎が外れている). 地震動の影響大

(早稲田大学 秋山充良 教授作成の資料より)

調査速報より抜粋 (今後の詳細な分析等により, 内容が修正される可能性があります)

## 道路被害

□ 益城町寺迫周辺:

- ・道路路床/路盤の亀裂・段差・陥没. 路肩法面の崩壊
- ・橋台背面盛土の沈下とエクспанション部の段差.



(筑波大学 庄司学 准教授 作成の資料より)

調査速報より抜粋（今後の詳細な分析等により、内容が修正される可能性があります）

## 従来と同様、地盤・道路被害は盛土部で多く発生



（東京大学 生産技術研究所 清田隆 准教授ら 作成の資料より）

## 土木学会西部支部による4月16日「本震」前の調査報告（速報版）より抜粋 （今後の詳細な分析等により、内容が修正される可能性があります）



第一畑中橋の被害状況を示している。橋梁本体の損傷はほとんど見られなかった。震動に伴い、桁端部と橋台の衝突によって、連結部が上下にずれている。



国道 443 号と県道 28 号の交差点付近における歩道部分の被害状況を示している。歩車道分離のための縁石も崩落している。



国道 443 号において、路面が陥没している現象が見られた。



県道 28 号に存在する寺迫橋の橋脚部分を撮影したものである。今回の震動では、橋脚部分に損傷は見られなかった。

「敵を知り己を知らば百戦すとも殆ふからず」と申します。この有名なフレーズを防災に当てはめると、己とは人間が防災のために実行できるワザを指すのでしょうか。過去百年、防災においては多くの努力と成果がありました。しかし敵、すなわち自然の力と振る舞いについて、私たちはどれほど知っているのでしょうか。全く理解できないことがある、あるいは理解する手法はあるが財政的に実施できない、という二通りの意味で、人類の獲得した知識は不十分です。明白なのは、自然の力に正面から立ち向かっても敵わない、ということでありましょう。よくわからない敵に対しては、その力を何とかしのぐ、という方法がなお重要です。人類の能力を高めるために、災害直後にナマの状態を調査して成果を共有することが大事です。救援と復旧が最優先であることは当然ですが、その際記録された現場の状況は、広く公開していただきたいと思います。

### (1) 斜面崩壊と土砂災害

斜面が崩壊する二大要因は、豪雨と地震です。両者が複合する災害もあります。豪雨の襲来は、天気予報の精度においては事前に予測が可能です。予測に基づいて避難をし、災害をしのぐことはできます。しかし地震による斜面崩壊は、突然襲来します。事前の避難ができません。それでも災害をしのぎたいければ、何ができるでしょうか。危うい斜面を抽出して土木工事で補強する、あるいは危険斜面の近くに住まない、どちらかでしょう。すでに危険と見なされた斜面で安定化の事業が広く実施されておりますが、対象が数十万カ所もあり、その進捗には限界があります。基本的な問題は、全国の斜面が実際どれほど危険なのか、十分な評価をできないことです。せいぜい地形と概略の地質データ、そして発生しそうな地震動の強さを使って危険を推定する程度です。地形情報の進歩は目覚ましいものがありますが、地下の情報（山体の頑丈さ、どんな地震動が起こるのか）の精度は高いとは言えません。特に火山起源の斜面は固結しておらず脆弱で、かつ大量の地下水を含んでいる可能性もあって、危険度が高いと定性的には言うことができます。阿蘇の外輪山では 2012 年の豪雨でも土砂災害が起きました。しかし危険の程度を数値で示すためには、地下の調査（ボーリング、サウンディング、分解能の高い物理探査）が必要です。ただでさえ不均質な地盤（斜面、火山体を含む）を調べつくすことは財政的に困難ですが、浅所にある不安定な地層・土層だけでも詳細調査ができればと思います。平地と違って接近の不便な山地斜面では、とりわけ調査の困難が増します。そのような制約の下で概略的な危険度評価は進められております。危険情報が「外れる」こともあると思いますが、上述のような多くの制約の中で努力されていることを、ぜひご理解ください。

危険斜面の麓や土石流の危険のある溪流沿いには、住まないに越したことはありません。人々には日々の生活があり、生業の便宜を犠牲にして遠方に移転していただくことは、必ずしも歓迎される発想ではありません。それでも地域社会に継続してもらうためには、移転を促進して基本的な安全を確保する必要があります。それには幾世代かの時間が必要なのでしょう。

強い地震で山が「ゆるむ」と俗に申します。地震後の豪雨時に土砂災害の危険が増します。その実態が何かと申せば、斜面に亀裂が入って雨水がしみ込みやすくなること、山体が塑性変形して地震前のような強さをもはや発揮できないこと、地震時に崩落した土砂が谷底へ溜まっていて、豪雨時に土石流となって流出することなどです。近年の中国やパキスタン、台湾の例では、大震災後に斜面災害が増えました。ネパールがどうなるかを、今、注視しております。今後の復興計画における留意点です。

住居に比べて交通網を斜面災害から防護することは、公費が投入できるので、やや容易でしょう。ただし総延長が長いので、危険斜面の抽出精度を上げることが、重要です。阿蘇大橋のような重要交通路については、周辺斜面の安全性を詳しく調査してから位置を決定する過程が重要ではないかと思いました。

いずれにせよ地方の活力増進には、経済面での動機づけに加えて、安全な生活基盤も重要であることは、申すまでもありません。

### (2) 軟弱地盤による地震動の増幅

大正 12 年の関東大震災では、東京の東部の軟弱地盤地域において多くの木造家屋が被害を受け、西部の山の手台地における被害の少なさは大きな違いがありました。軟弱地盤が地震動を強めることは、多くの事例で確かめられています。宅造地の盛土でも崩壊が起きています(次頁)。

しかし一軒一軒の住居単位で、地盤がどれほど軟弱なのか、液状化の危険度はどのくらいなのか、盛土の耐震性はどのくらいなのか、正確に評価する行為は社会に根付いておりません。地盤

の調査に経費を投ずる習慣が、希薄だからです。数百メートルのメッシュ単位で概略評価することまでが、達成されつつあるにすぎません。地盤の性質は不均質なので、さらに細かい精度で土の情報を獲得できることが望まれます。

そこで地盤情報のデータベースがあります。これが充実しておれば、個人が私費で地盤を調べる負担は軽くなるでしょう。しかしデータベースの内容は、公共インフラ事業のために地盤を調査した結果がほとんどで、具体的には、国道沿い、鉄道沿い、などに限られます。実際には民間の建築のための調査結果も存在するのですが、個人情報の保護という観点から、データベースにおける公開ができません。プライバシー保護は確かに重要ですが、社会の自然災害抵抗力を増すことも重要ではないでしょうか。地盤情報の社会共有化が進めば、専門家である「地盤品質判定士」による安全性評価も普及するでしょう。

軟弱地盤が震動して大きな変位・変形を起こすと、埋設ライフライン、特に下水管とマンホールに被害が目立ちます。管の抜けやマンホールとの分離です。これは地域の生活環境に、復旧までの長期間（月単位）悪影響を及ぼします。なおマンホールの頂部が路面より突出する理由には、液状化による浮き上がりのほかに周辺道路の沈下もあり、両者を混同されないことを望みます。

建築工学の分野で住宅の耐震性向上のための努力がなされております。しかし最終的には、個人が住宅耐震性向上の費用を負担していただくことが必要です。

### (3) 活断層

地表に生じた段差が活断層の証左として注目を集めています。段差を横断する埋設ライフラインは被害を免れません。過去の事例（台湾の 1999 集集地震）では家屋等の被害は断層近傍で著しいとは限らず、いわゆる上盤側で被害が激しい、という知見もあります。断層破壊の伝播方向も被害の程度に影響します。ところが現状では断層近傍には住まない（土地利用規制）くらいしか対策はありません（山陽新幹線新神戸駅、大阪地下鉄、ニュージーランドのクライドダムに別途試みあり）。それにもかかわらず都市の拡大で人間の居住域が広がり、沖積平野のように土砂が断層を被覆して防護してくれるところばかりでなく、土砂の無い断層直上にも、社会が存在しています。断層防災に本格的に着手する時代が迫っているのかもしれない。工学的に意義のある活断層対策を推進するならば、まず断層の位置と活動度、近未来の危険度だけでなく、地表に現れる段差の位置推定、断層面の傾斜角度、そして対策技術などを確立する必要があります。

### (4) 河川堤防

河川堤防の大半は、耐震性が考慮されていません。地震で被災しても迅速に修復する、という方針が長く続きました。1993 年の釧路沖地震や 1995 年の阪神大震災（淀川）で迅速には修復できない事態が起こり、状況が変化し始めました。しかしすべての堤防が対策済みではありません。6 月には雨季が始まりますので、それまでに迅速な調査と（必要ならば）補修が必要です。

### (5) まとめ

地盤は自然がこしらえたものであり、工場生産品のように品質管理をうけているわけでもなく一様でもありません。したがって、現場で大きな費用をかけて調べなければはっきりしないことが多くあります。地盤防災の成功は、敵である地盤の状態をどれほど把握しているかにかかっています。また人間社会が変化・発展するにつれて、自然災害のあり方も変化します。防災の努力が、社会や災害の変化と歩みを同じくして進んでいるわけではありません。また安全は天賦の権利でもありません。努力して、費用を負担して、獲得するものです。特に地盤防災は、そうです。防災を職業とする者は社会に先立って方針を提案いたしますが、社会の支持が無ければそれより先へは進めません。ご理解とご支援をお願いいたします。



宅造盛土の崩壊（清田隆氏提供）



## 平成 28 年（2016 年）熊本地震による斜面災害の特徴

### 【斜面災害の特徴】

- ① 崩壊は、急崖や尾根の直下で発生したものが多く、凸地形による地震動の増幅効果により大きな地震力で発生した可能性がある。
- ② 崩壊の多くは、過去に火山から噴出した火山灰・軽石等の「火山碎屑物」からなる斜面で発生している。
- ③ 緩斜面で発生した流動性の高い崩壊は、水を多く含んだ「火山碎屑物」が斜面で液状化したため長距離流動した可能性がある<sup>※2</sup>。
- ④ 南阿蘇村のアメダスによれば、4月7日に日降雨量 103.5 ミリを記録しており、この影響により斜面の地下水が豊富だった可能性がある（図-1）。
- ⑤ 崩壊の深さは比較的浅いと思われるが、阿蘇大橋を崩落させた崩壊は特に規模が大きくやや深いため、①から③の要因が複合した可能性がある（図-2）。
- ⑥ 防災科学研究所において、国土技術政策総合研究所と共同で実施した人工降雨による火山碎屑物の斜面崩壊実験<sup>※1</sup>（図-3）では極めて流動性が高い崩壊が発生しており、多孔質の火山碎屑物は水を含んだ状態で崩壊すると流動化して土石流となる可能性が高いと考えられる（1984年長野県西部地震による御岳高原、1968年十勝沖地震での豪雨直後の流動性崩壊に類似しており、過去に日本地すべり学会ではそれらの発生場の特性を検討している）。

### 【今後の対応について】

- ⑦ 今後の降雨により火山性の斜面が水を多く含んだ場合、比較的小さな地震でも崩壊が発生する可能性があり、その場合は流動性が高く長距離流動して危険性が高く、特に警戒が必要。
- ⑧ 2012年7月の九州北部豪雨による阿蘇での斜面崩壊と異なる場所で発生しており、今後学会として震源断層との位置関係を含めてその関係を調査する予定。
- ⑨ 国土交通省のまとめでは、17日までに阿蘇山周辺など計 57カ所で土砂災害が確認されており、今後の地震活動によっては増加する可能性がある。

※1 プレスリリース：大型降雨実験施設を用いた斜面崩壊模型実験を公開 ～火山地域等で発生する大規模な表層崩壊の発生メカニズムを解明～、平成 27 年 12 月 7 日 国土交通省国土技術政策総合研究所(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20151207-2.pdf>)

※2 プレスリリース：火山灰のような細かい土が被災域の拡大をまねく～大型模型水路による土石流実験～、平成 20 年 7 月 22 日 （独）森林総合研究所 (<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kouho/Press-release/2008/mudflood20080722.html>)

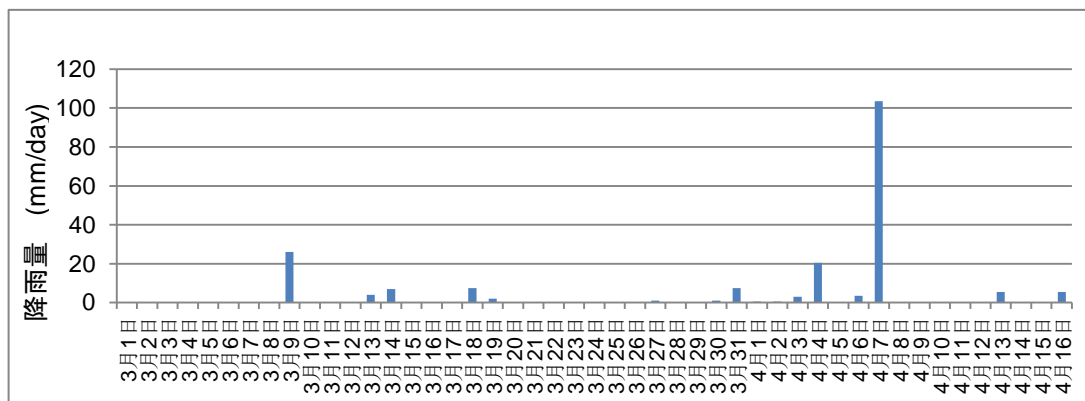


図-1 平成 28 (2016) 年 3 月 1 日～4 月 16 日の日降雨量の推移 (気象庁アメダス南阿蘇村)



図-2 本地震で発生した最大規模の斜面崩壊 (平成 28 年 4 月 16 日国土地理院撮影)

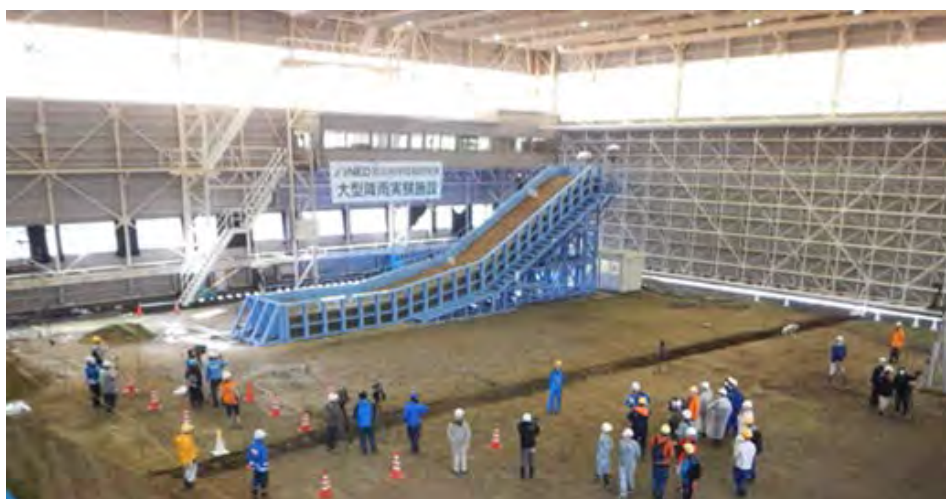


図-3 防災科学技術研究所の大型降雨実験施設の実規模斜面で実施した火山碎屑物の崩壊実験

## 熊本地震 医療救護の状況

日本集団災害医学会 理事

山形県立救命救急センター 森野一真

### 1. 人的被害の状況（消防庁調べ：4月17日9:30現在）

【熊本県】 死者32名、行方不明6名、重傷184名、軽傷784名

【大分県】 重傷1名、軽傷11名、程度不明5名

【福岡県】 重傷1名、軽傷14名

【宮崎県】 重傷2名、軽傷6名

### 2. 避難所の状況（消防庁調べ：4月17日9:30現在）

【熊本県】 686箇所 91,763名

【大分県】 181箇所 10,070名

【福岡県】 249箇所 1,567名

【宮崎県】 29箇所 531名

### 3. DMAT 活動状況（4月16日現在）

4月14日 21:26 熊本地震発生  
21:42 全国 DMAT 待機要請  
23:18 熊本県内 DMAT に派遣要請  
23:42 九州、沖縄県の DMAT 待機解除  
4月15日 00:57 九州県内の DMAT に出動要請  
4月16日 01:25 再び熊本県熊本地方で震度6強の地震発生  
03:12 再び全国 DMAT に待機要請  
04:14 九州沖縄、中四国、近畿の各ブロックに派遣要請  
16:01 北海道、東北 DMAT に派遣要請（自衛隊による空路投入）  
18:37 ロジチーム（空路投入）  
引続き活動中

<活動内容>

病院避難、病院支援（被災患者対応、治療、搬送等）、情報収集（透析患者情報  
病院被害情報、避難所情報）、救護所支援、県庁の DMAT 熊本県調整本部支援

<実働実績>

全国 222 班 1028 名

（派遣の内訳）熊本県内 210 班 977 名 大分県 11 班 51 名

全病院避難 3ヶ所（部分避難、転送は含まず）

※実働実績は 17 日 03:40 現在の EMIS 入力データの集計による

ドクターヘリ 8 機：ドクヘリ搬送総数 31 名

4. 日本赤十字社（4 月 17 日 15:00 現在）

<活動内容>

DMAT 活動に同じ。dERU\*にて仮設救護所を開設、計 6 カ所の予定。

\* domestic Emergency Response Unit

<実働実績>

熊本赤十字病院 14 班

上益城圏域 2 班

益城町体育館 9 班

南阿蘇村役場 1 班

宇城圏域 2 班

※ 実働実績には DMAT として活動した班数が含まれる

<熊本赤十字病院における診療（4 月 17 日 12 時 29 分現在）>

死者 6 名

重症 70 名

中等症 164 名

軽症 863 名

## 活断層について

### 1. 活断層とは

数十万年前以降に繰り返し活動し、将来も活動すると考えられる断層のことを「活断層」と呼んでいます。現在、日本では 2 千以上もの「活断層」が見つかっていますが、地下に隠れていて地表に現れていない「活断層」もたくさんあります。

活断層には以下の特徴があります。

- (1) 一定の時間をおいて、繰り返して活動する
- (2) いつも同じ向きにずれる
- (3) ずれの速さは断層ごとに大きく異なる
- (4) 活動間隔は極めて長い
- (5) 長い断層ほど大地震を起こす

断層運動の繰り返しで形成された地形を断層変位地形といいます。断層変位地形の調査は、空中写真を実体視しながら地形を細かく観察し、例えば下流の方が上流より高くなっている河川地形や、水の流れに直交する崖など、その形成過程が通常の浸食や堆積の作用では説明できない地形を認定し、その変位が数 10 万年前以降で現在まで累積されているか、今後も活動を繰り返す可能性があるかなどを検討して活断層であるかどうかを判定します。このような調査結果が、「都市圏活断層図」(国土地理院)や「日本の活断層」(活断層研究会編)などとして公表されています。

### 2. 活断層と災害

活断層が活動すると、その震源が地表に近いことから、大きな地震動が発生し、大きな被害をもたらしますが、それに加えて、断層のずれが地表に生じると、ずれの直上の建物や構造物がさらに大きな被害を受けたり、地すべりや斜面の崩壊が誘発されることがあります。このような、地震時に断層のずれが地表まで到達して地表にずれが生じたものを「地表地震断層」と呼びます。近年では、2014 年長野県北部の地震や 2011 年福島県浜通りの地震、1995 年兵庫県南部地震などで顕著な地表地震断層が生じています。

### 3. 熊本県熊本地方の地震に伴う地表地震断層

2016 年 4 月 16 日の熊本県熊本地方の地震 (M7.3) に伴って生じた地表地震断層が、布田川断層に沿ったいくつかの地点で発見されています。これまでに広島

大学の調査チームや産業技術総合研究所のチームなどから、益城町で最大2 mの右横ずれを示す地表地震断層が報告されているほか、布田川断層の延長上の南阿蘇村で右横ずれの地表地震断層を国土地理院が UAV により撮影しています。また、東北大学の調査チームからは日奈久断層沿いの御船町で地表地震断層を発見したという報告もあります。

現在、多くの活断層研究者が現地調査に当たっており、今後さらに多くの詳細な報告があるものと予想されます。

地表地震断層は、地震を引き起こした断層活動の動かぬ証拠であり、今回の地震がどのようなメカニズムで生じ、またどのようにずれによる被害をもたらしたかの重要な情報になります。日本活断層学会では HP などを通じて逐次調査成果などの情報を提供してまいります。

文責：日本活断層学会防災連携委員 宇根 寛（国土地理院） [hiroune@mb.infoweb.ne.jp](mailto:hiroune@mb.infoweb.ne.jp)

連絡先：日本活断層学会事務局 <http://www.jsaf.info/>

メール：[danso@seis.nagoya-u.ac.jp](mailto:danso@seis.nagoya-u.ac.jp)