



平成28年(2016年)熊本地震

公共土木施設の被災状況と斜面被害

愛媛県技術士会

増田 信

(株愛媛建設コンサルタント)

被災調査員:愛媛県技術士会

会長 須賀幸一(株)芙蓉コンサルタント)
副会長 増田 信(株)愛媛建設コンサルタント)
副会長 米虫 聡(株)アースコンサルタント)
幹事 木下尚樹(愛媛大学)
田窪裕一(株)愛媛建設コンサルタント)

行 程:平成28年5月6日(金)～8日(日)

6日:阿蘇市 阿蘇神社～昼～赤水駅～
南阿蘇村 黒川地区(東海大学, 阿蘇大橋)
旧道で阿蘇長陽大橋
宿泊:別府市

7日:南阿蘇村 立野駅(南阿蘇鉄道)～阿蘇長陽大橋
西原村 風当～県道28号～俵山トンネル～風当
宿泊:天草

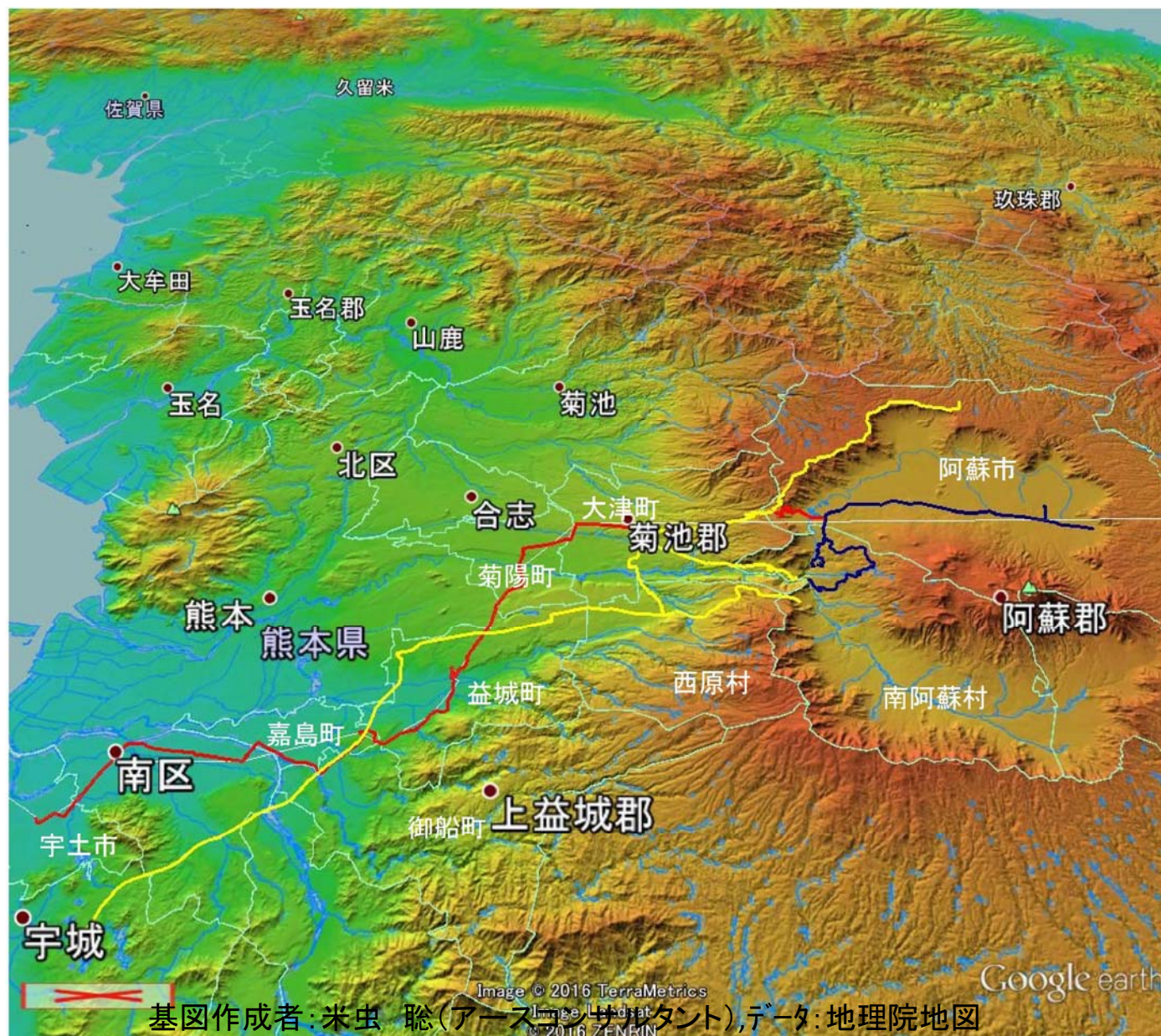
8日:宇土市 市役所～嘉島町～益城町(地表地震断層)
益城町 総合体育館～市役所周辺
菊陽町 鼻ぐり井手

調査ルート図

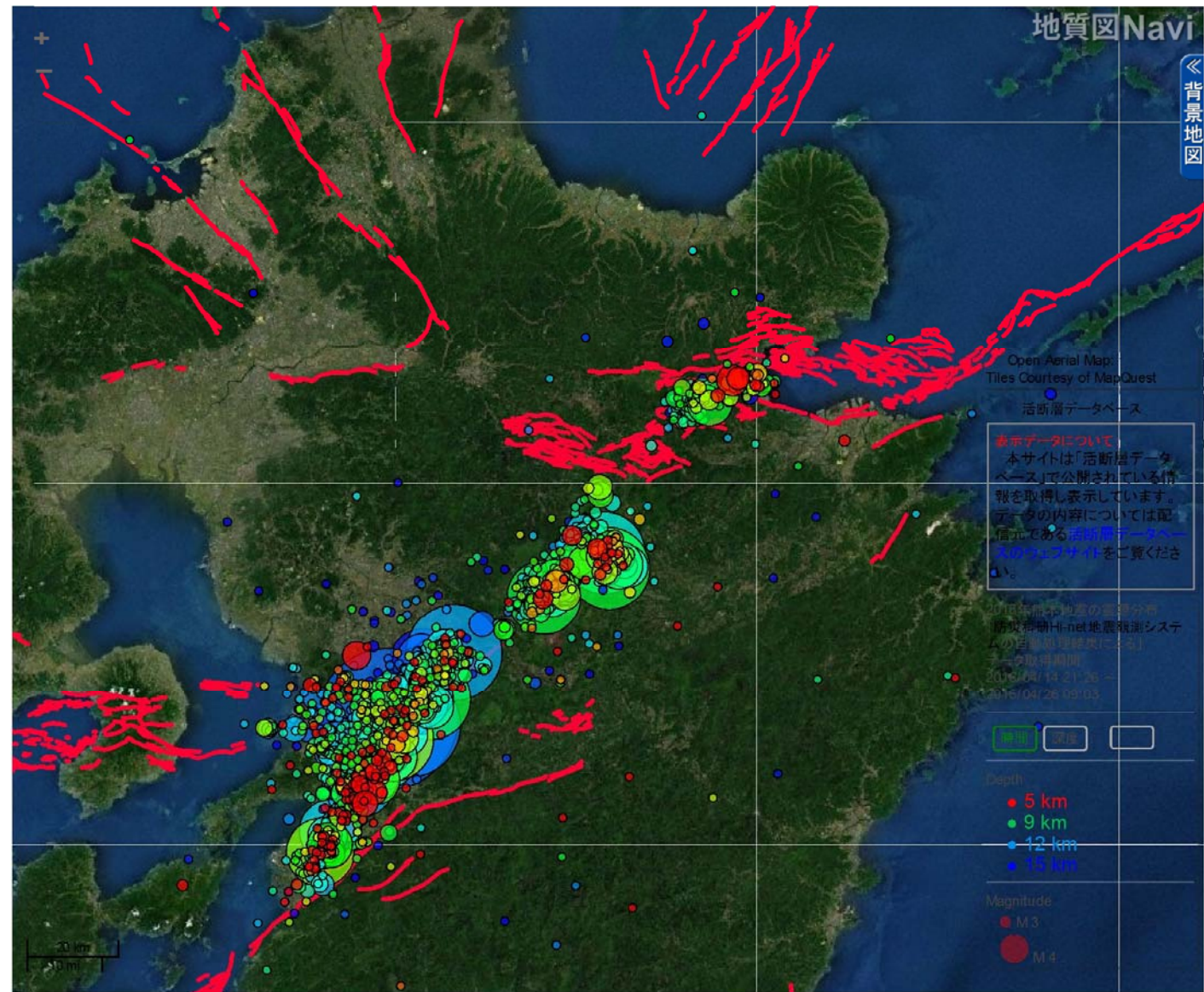
1日目の行程

2日目の行程

3日目の行程



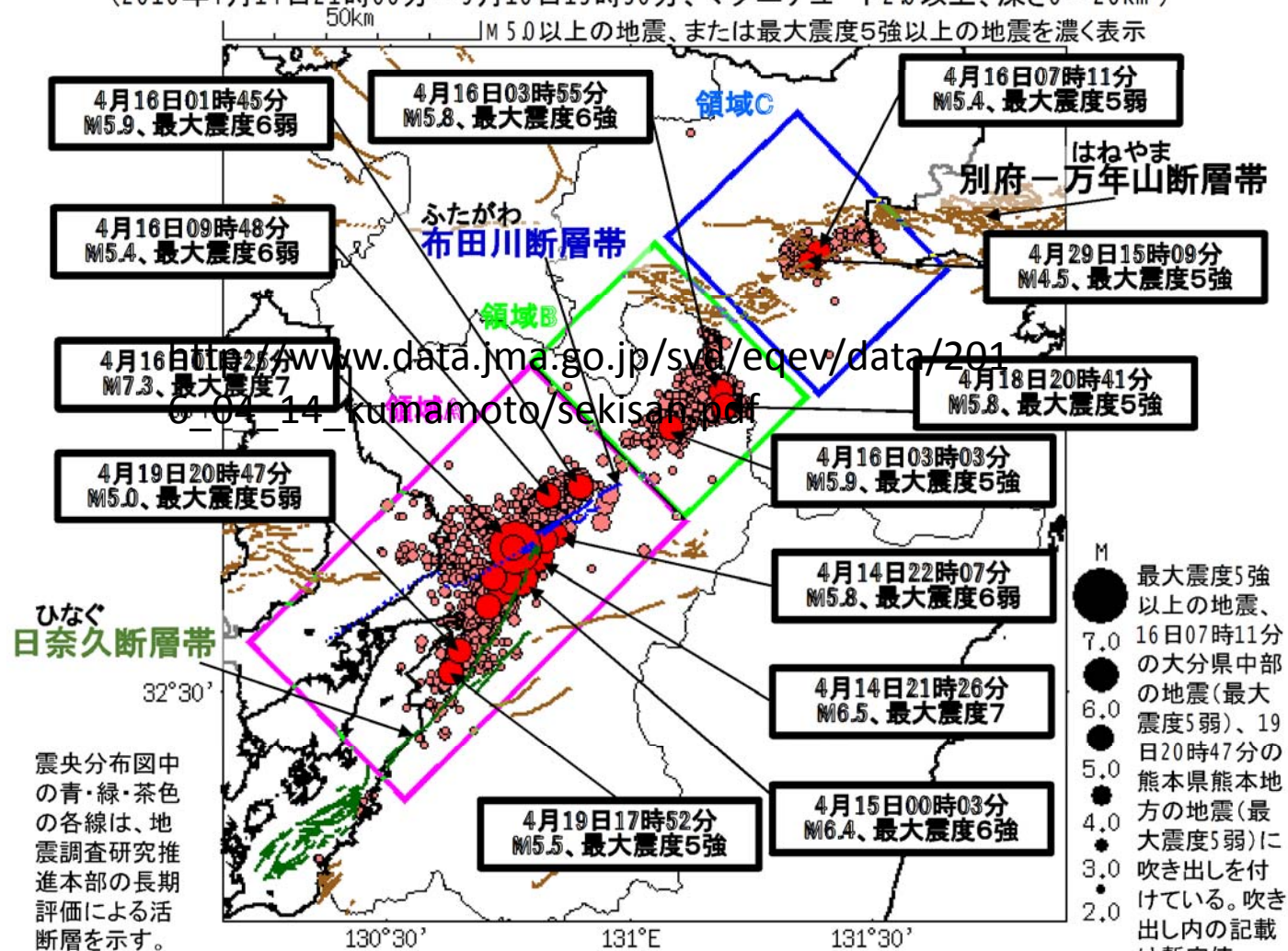
活断層と震央の分布



震央分布と主な地震

「平成28年（2016年）熊本地震」
 熊本県から大分県にかけての地震活動の状況（5月10日13時30分現在）
 震央分布図

（2016年4月14日21時00分～5月10日13時30分、マグニチュード2.0以上、深さ0～20km）

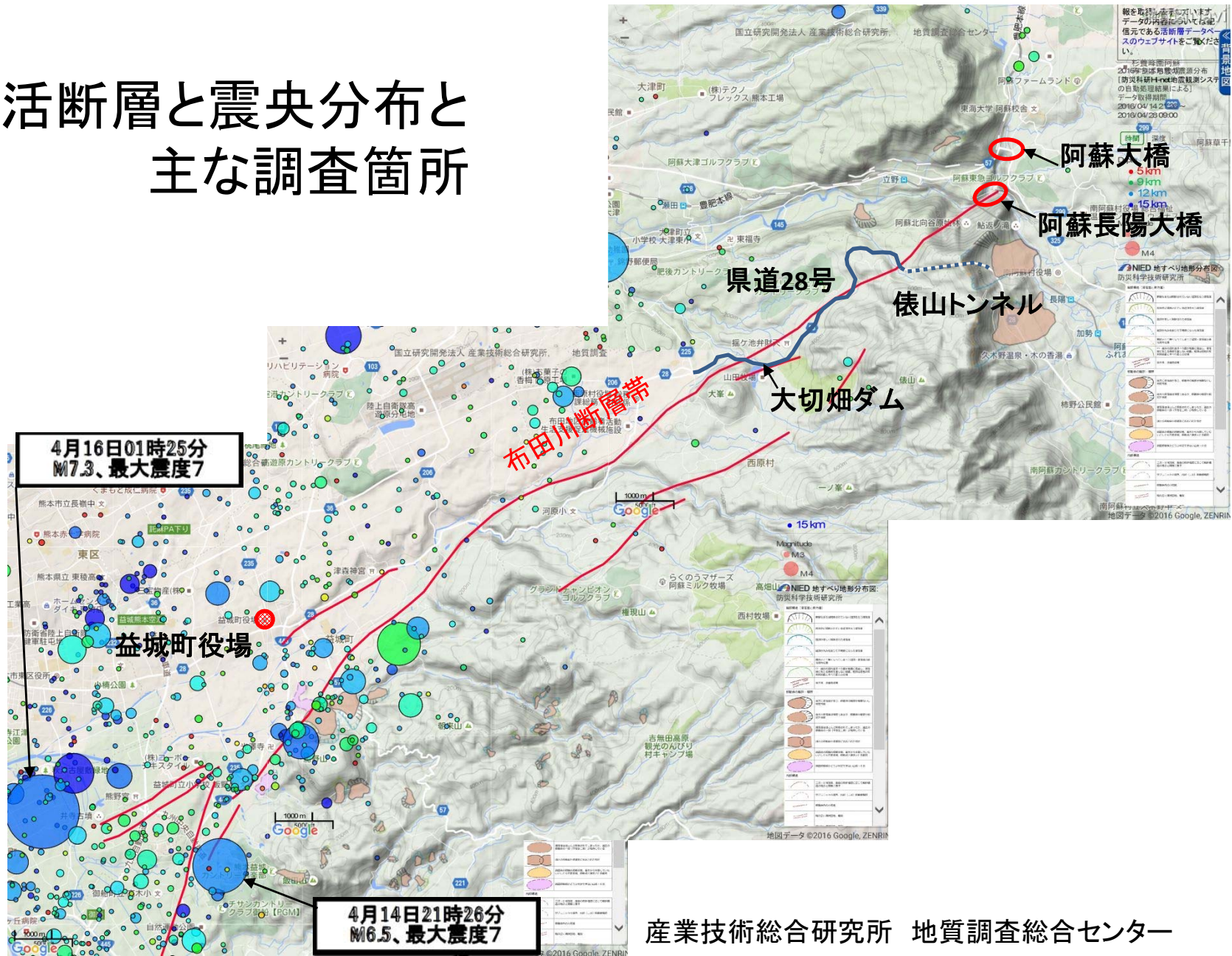


http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/2016_04_14_kumamoto/sekisan.pdf

報告対象箇所

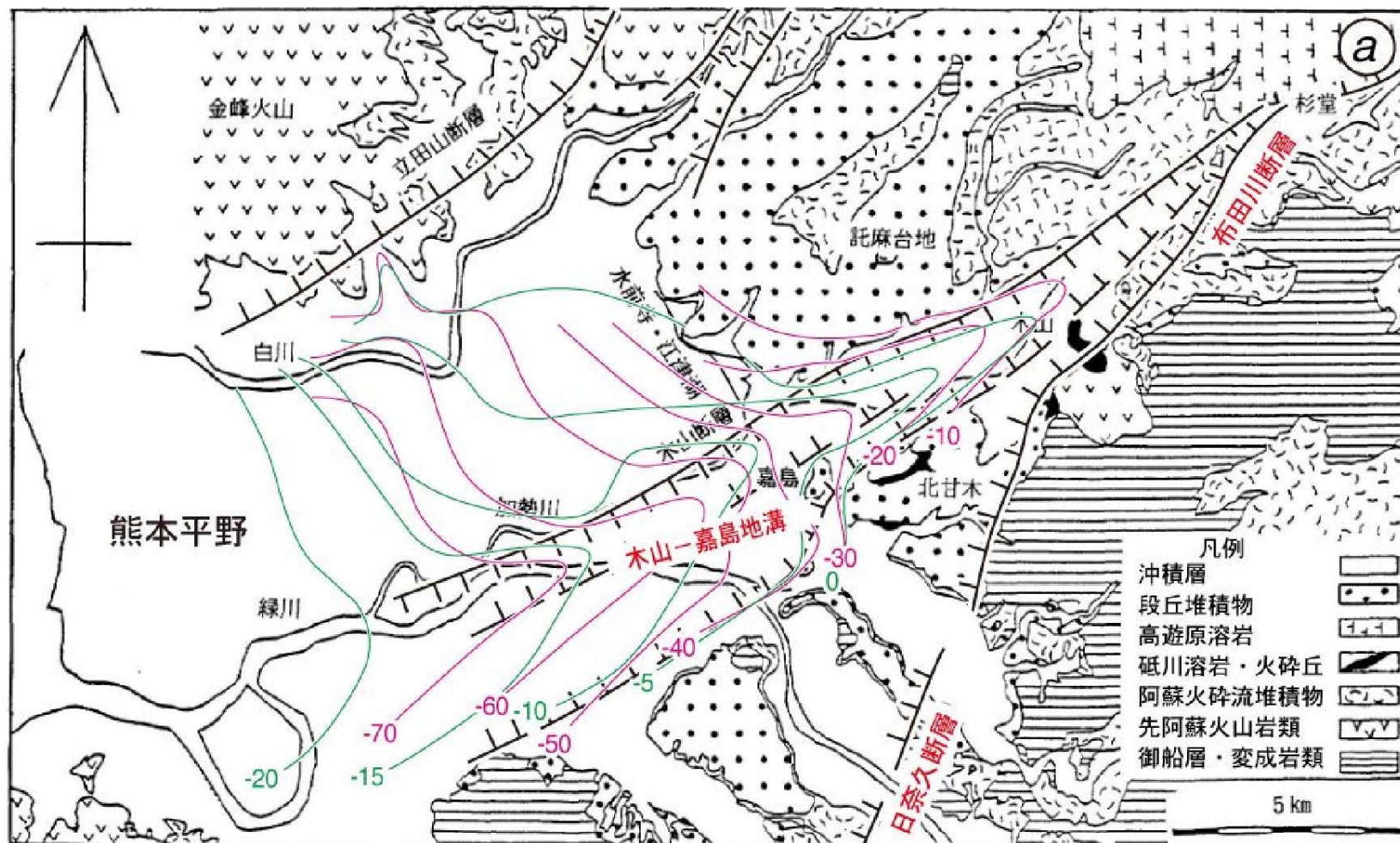


活断層と震央分布と 主な調査箇所



産業技術総合研究所 地質調査総合センター

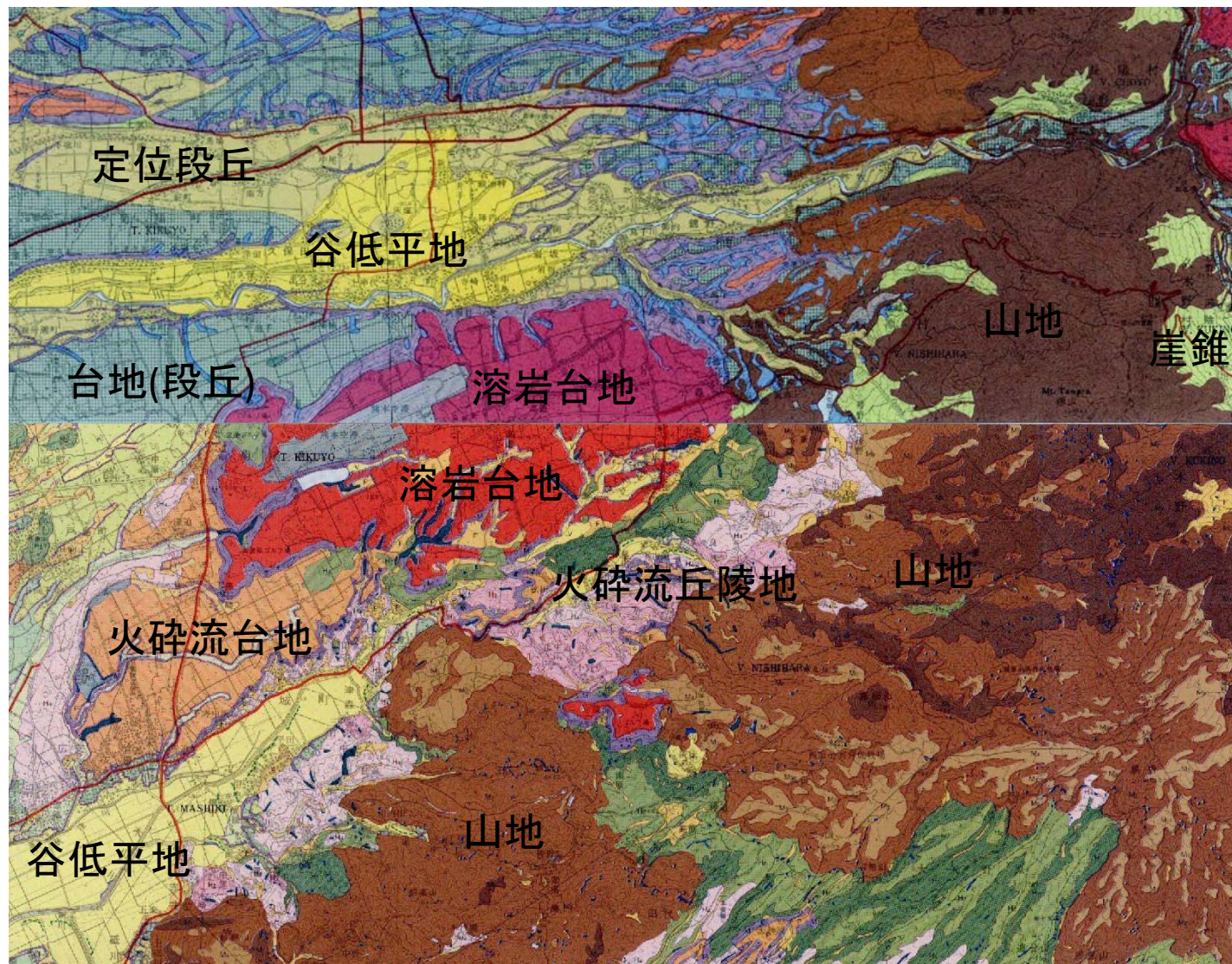
布田川断層帯、宇土区間に発達する木山－嘉島地溝とその周辺の地質構造 (石坂ほか, 1992 を編集)



平成 25 年 2 月 1 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

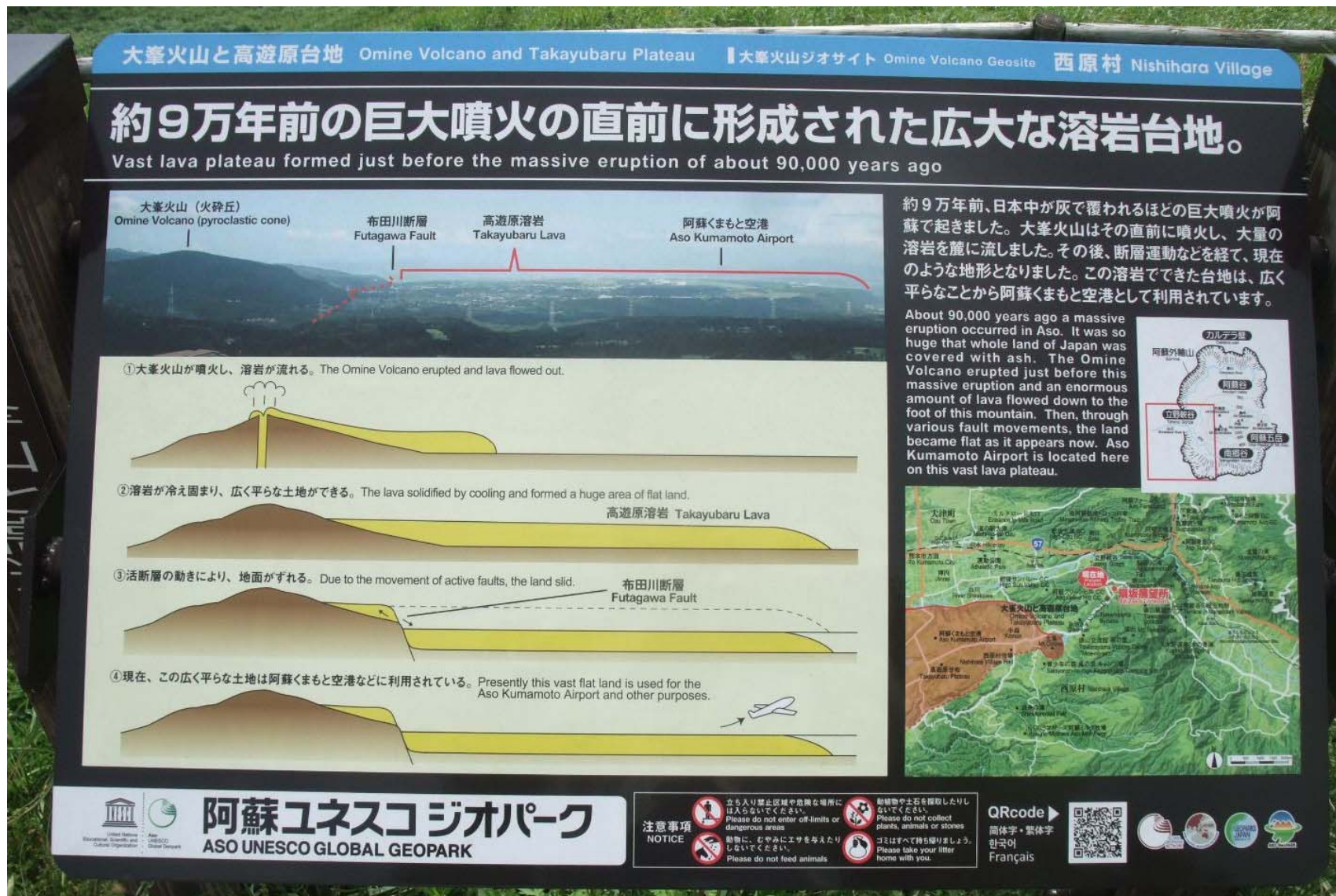
(上) 木山－嘉島地溝沿いの鬼界アカホヤ火山灰基底面(緑線)と阿蘇4火砕流堆積物基底面(赤線)の等深度線図。数字の単位は m。

周辺の地形分類図



土地分類基本調査(熊本県)地形分類図「菊池」,「御船」図幅

広大な溶岩台地の形成過程（県道28号沿いの看板）



阿蘇大橋と斜面崩壊



2009年に撮影された阿蘇大橋（写真：ウィキペディア）



阿蘇大橋両岸の土質構成

2009年に撮影された阿蘇大橋（写真：ウィキペディア）



右岸側（西側）斜面には厚さ12mの
緩い火山灰質土が堆積

左岸側（東側）の台地にも厚く
緩い火山灰質土が堆積すると想定



急斜面沿いで崩壊しやすい

平成28年（2016年）熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

阿蘇大橋周辺の崩壊地



崩壊地等分布図(速報版:2016年4月21日時点)



阿蘇大橋西側斜面崩壊

導水路が破壊され、多量の水が崩壊斜面内に流入した可能性が考えられる



崩壊前(2016.4.15撮影)



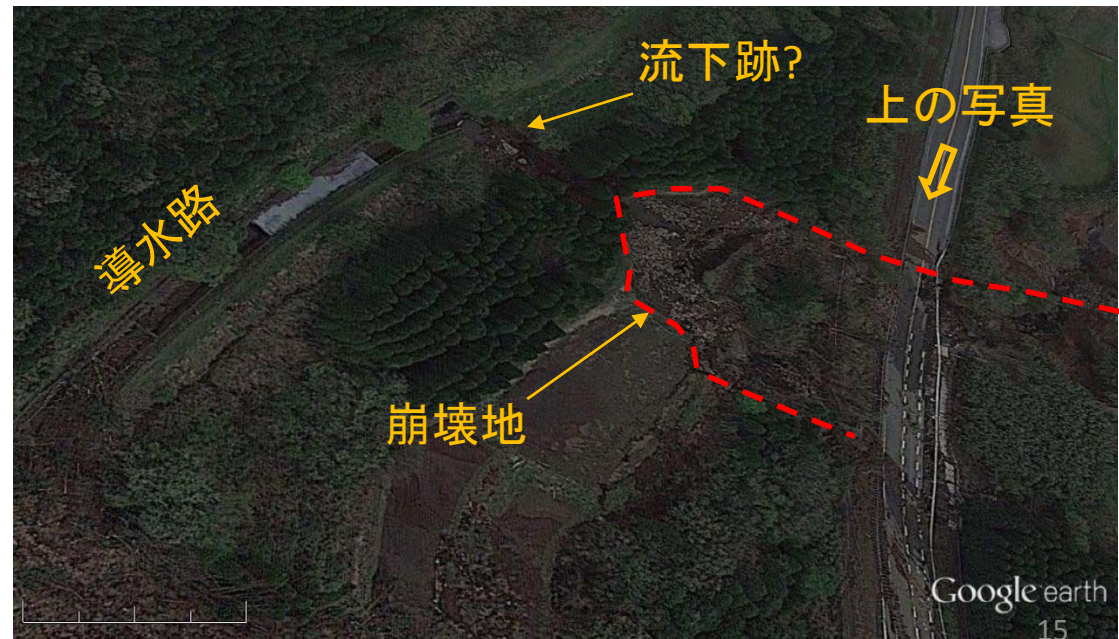
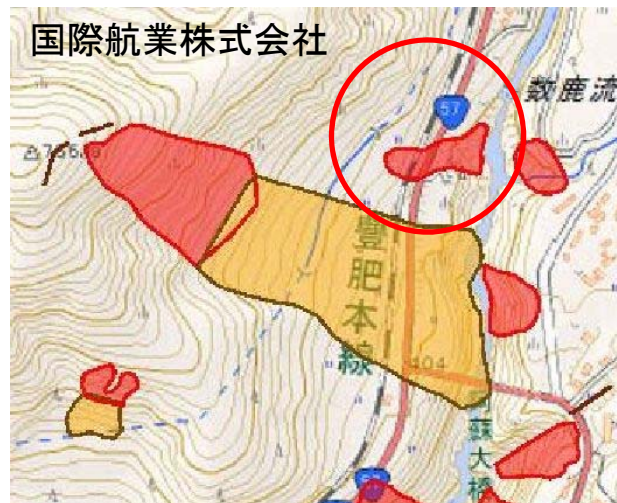
崩壊後(2016.4.16撮影)

北側崩壊地

地震により導水路が損傷した
ことが直接の要因か



崩壊地等分布図(速報版:2016年4月21日時点)

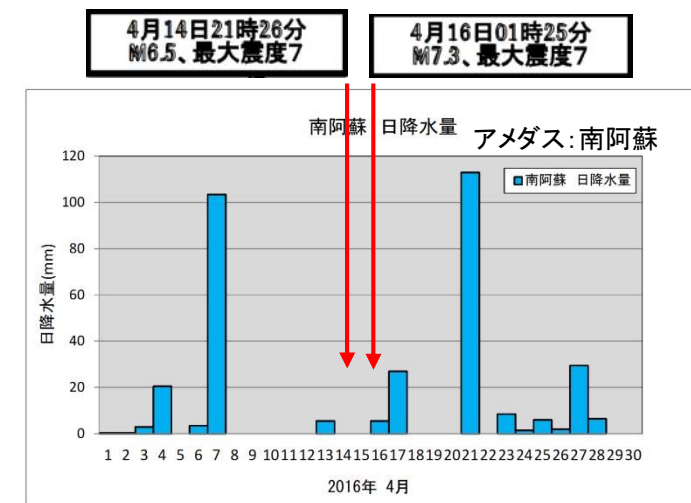


阿蘇大橋の落橋の要因

- ・阿蘇大橋は、昭和46年(1971年)1月に竣工されている
- ・早稲田大学 秋山充良教授の被害報告では
阿蘇大橋は耐震補強が施されていた
 - ・地震により強く震動
 - ・橋台を支える地盤の地盤変位の大きさ
- ・両岸の橋台は残っているように見える(健全性?)
 - ・基礎地盤の崩壊(アーチの基礎)
 - ・桁への崩落土砂の作用



大規模崩壊の要因は?



- ・尾根先端地形により橋振動による揺れが大きかったため、斜面上部で崩壊が発生
- ・崩壊時には湧水を伴い崩壊を助長(斜面の浸食溝の存在)
(9日前の日雨量100mmの降雨も影響か)
- ・導水路の破損により多量の水が斜面へ流入し、崩壊を助長
- ・黒川沿いの急斜面部の崩壊と緩い火山灰質土の崩壊により抑え土塊の流失

阿蘇長陽大橋と周辺の斜面災害



路面への落石①



構造物と崩壊



橋梁への落石②



崩落土石はポケット式ロックネットを
破損して橋梁に達している
溶岩もしくは火砕岩は亀裂が多く、脆い
ように見える



橋梁上に覆いかぶさる土石の状況



橋梁上に覆いかぶさる土石の状況

戸下大橋

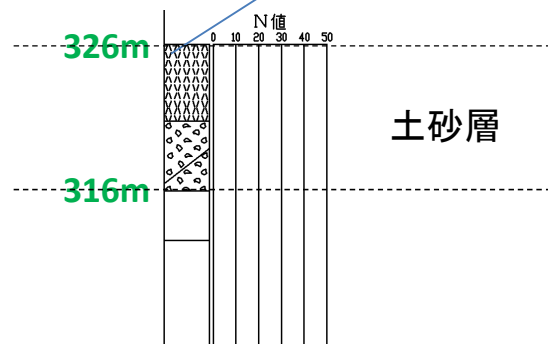


橋梁の山側斜面の崩壊により落橋する

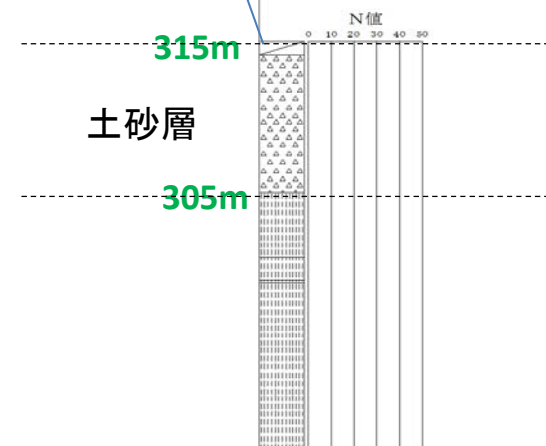
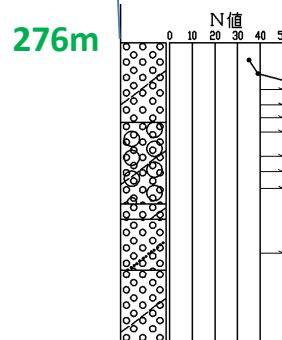
落下した橋脚

山側斜面にはロックネットが施工されていた
ようである。崩落土砂で破壊する

阿蘇長陽大橋兩岸の地質構成



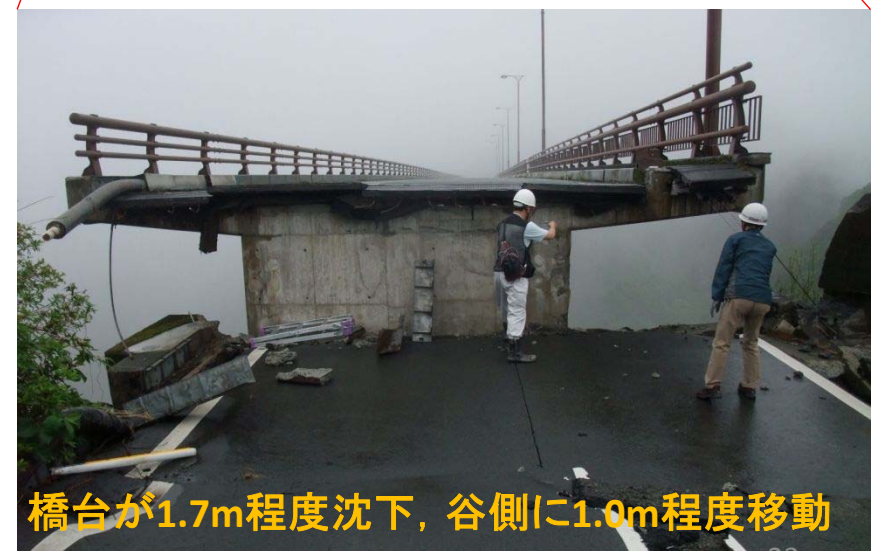
阿蘇長陽大橋兩岸の平坦地には
厚さ10m程度の土砂層が分布



平成28年(2016年)熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

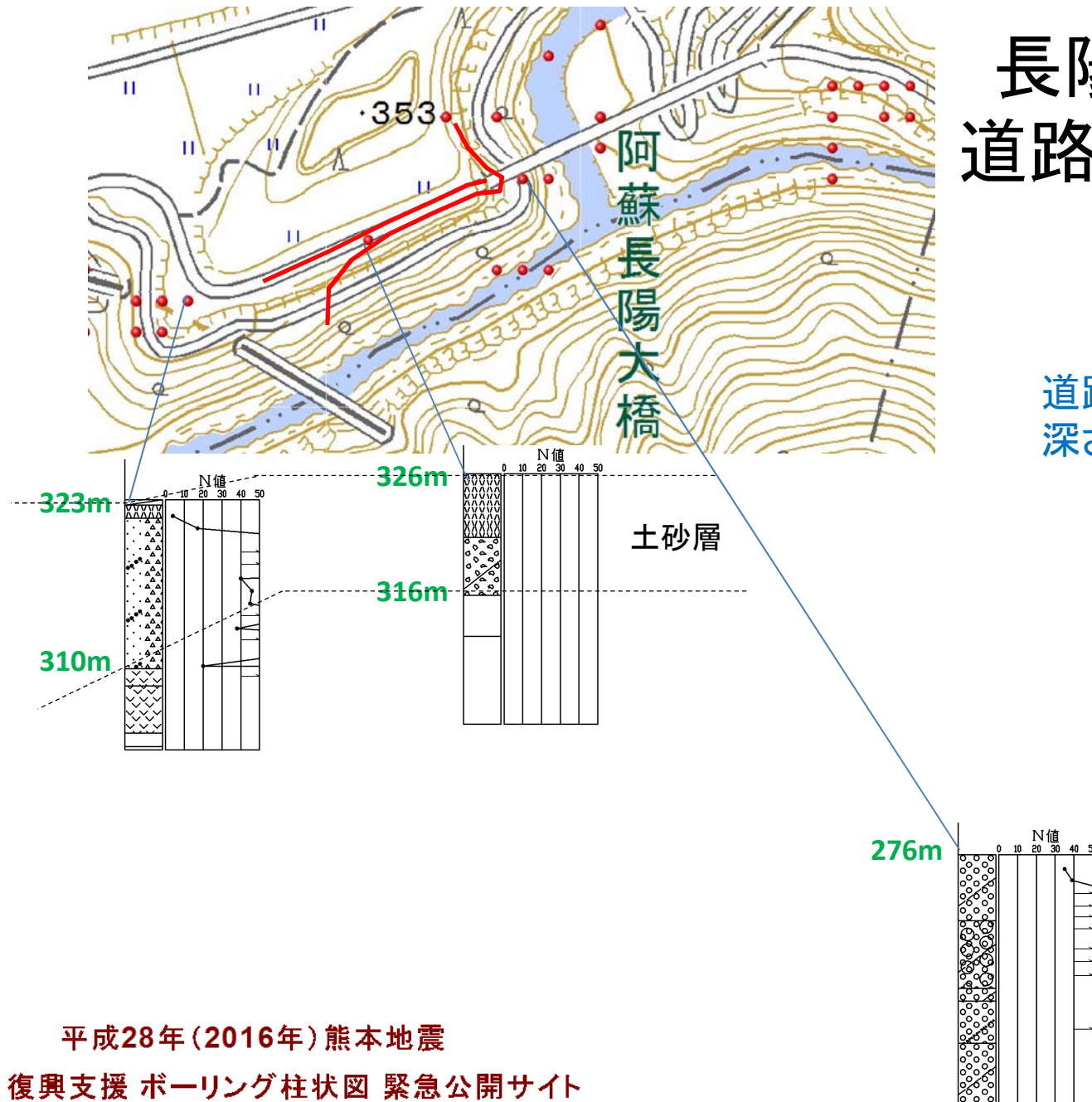
阿蘇長陽大橋の被災

西側橋台周辺の崩壊により
橋台が1.7m程度沈下



長陽大橋西側 道路の地質構成

道路沿いの崩壊は
深さ5～10m程度?



平成28年(2016年)熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

阿蘇長陽大橋までの道路面の亀裂



路面は亀裂が入り波打っている



谷側が転倒崩壊し、山側小崖地形をなす

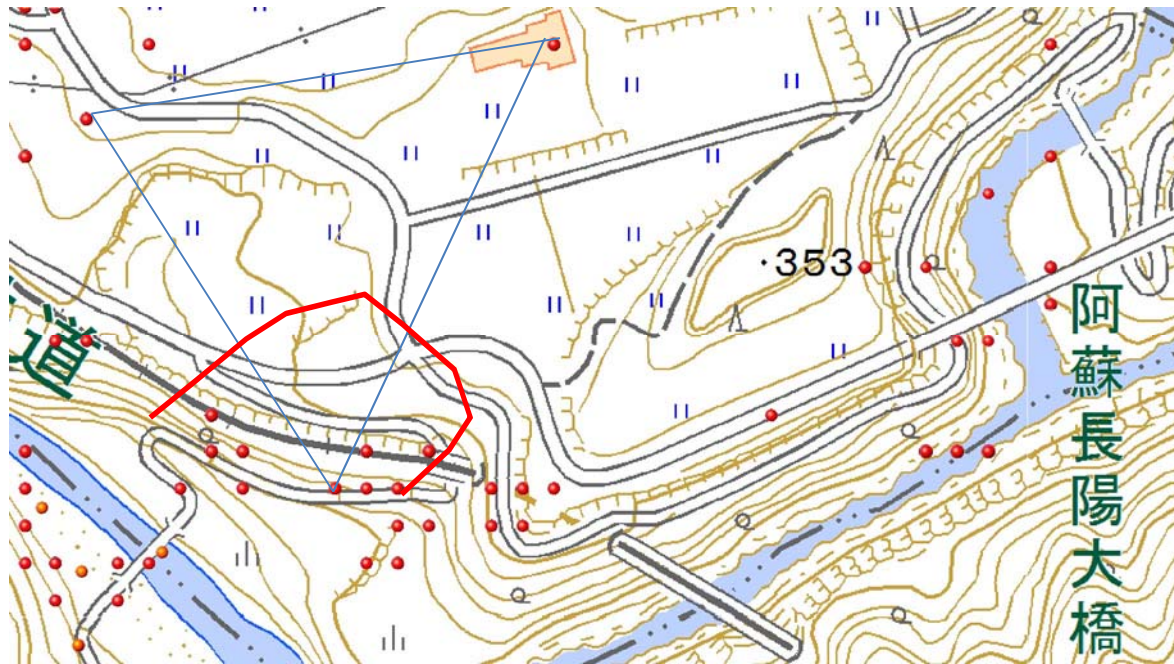


谷側が大きく崩れる

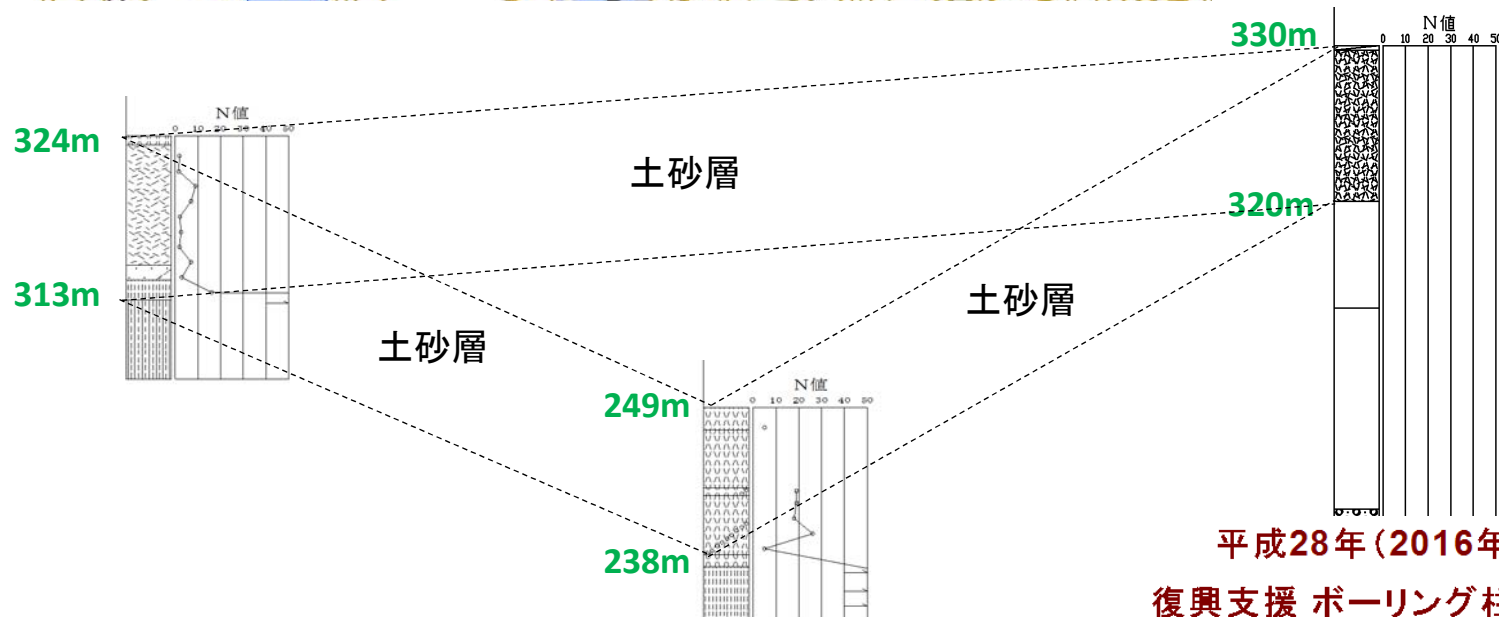


山側のり面上部にも亀裂が発生する

地すべり斜面 の地質構成



緩い火山灰質土が滑動した
可能性が考えられる
地すべり深さは10m前後か？



平成28年(2016年)熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

地すべり状況



頭部滑落崖の状況(高さ5m前後), 地すべりの幅:150m程度

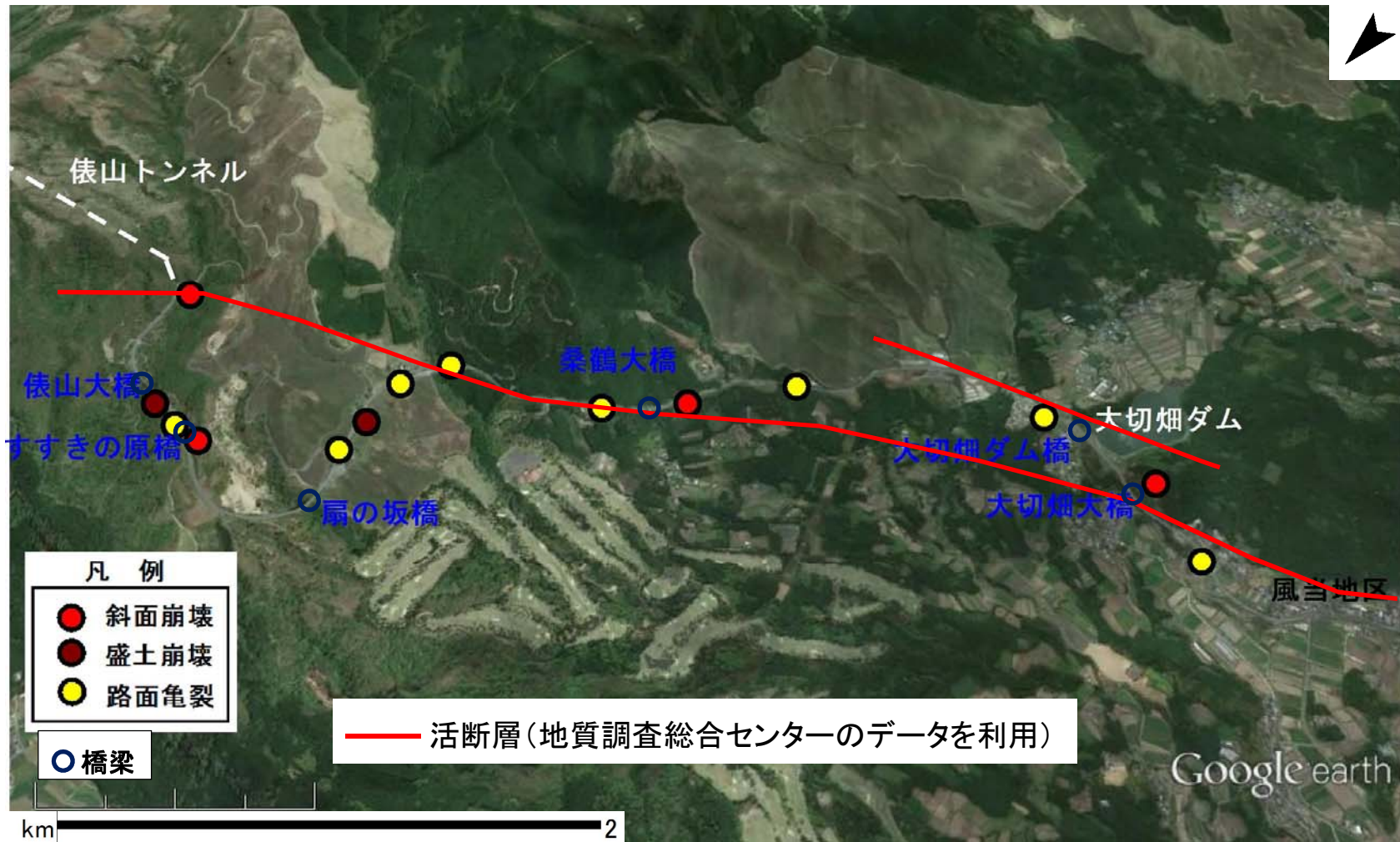


斜面中腹の作業小屋と作業用道路も破損



南阿蘇鉄道の線路を覆う土砂

県道28号(風当～俵山トンネル)



※活断層位置はズれている可能性がある

風当～大切畑大橋までの道路(盛土崩壊)



風当地区東側斜面の 地質構成



崩壊は緩い盛土・土砂層と
考えれば深さ5m程度か？

平成28年(2016年)熊本地震

復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

大切畑大橋と斜面崩壊



崩落土砂は旧道を覆う
橋梁への直接の影響は
少ない?

大切畑大橋(平成13年3月竣工)



大切畑ダム



堤体の崩壊



堤体の崩壊



放水路の変状

大切畑ダム橋



大切畑ダム橋～桑鶴大橋までの道路変状(1)



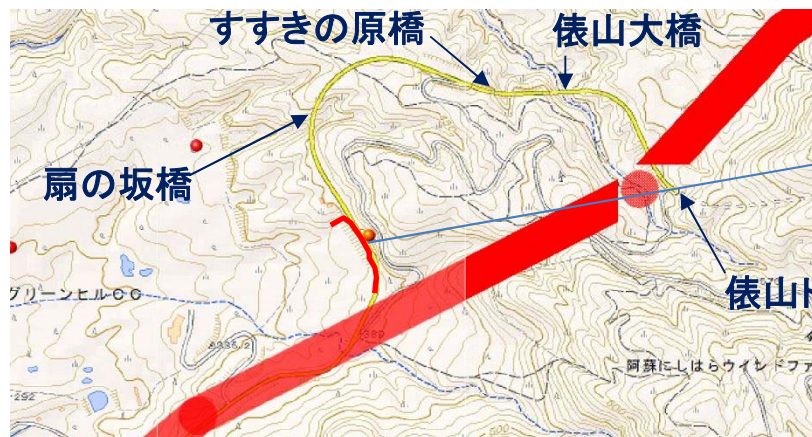
大切畑ダム橋～桑鶴大橋までの道路変状(2)



桑鶴大橋

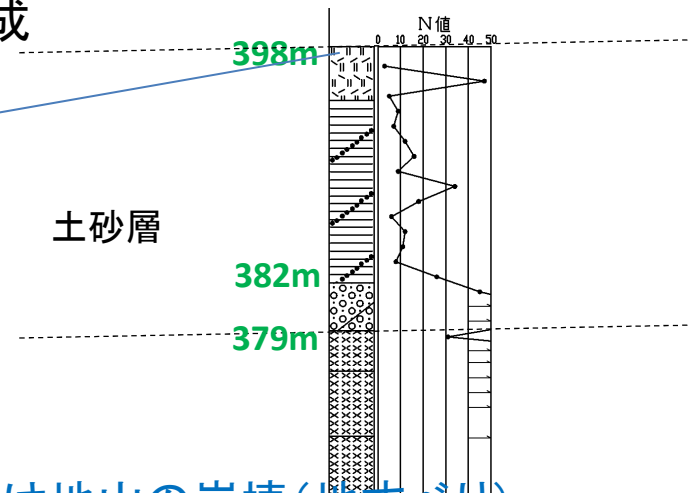


桑鶴大橋～扇の坂橋までの道路変状(盛土崩壊)



平成28年(2016年)熊本地震
復興支援 ボーリング柱状図 緊急公開サイト

地質構成



盛土もしくは地山の崩壊(地すべり)
は最大15m前後の可能性が考えられる

扇の坂橋～すすきの原橋



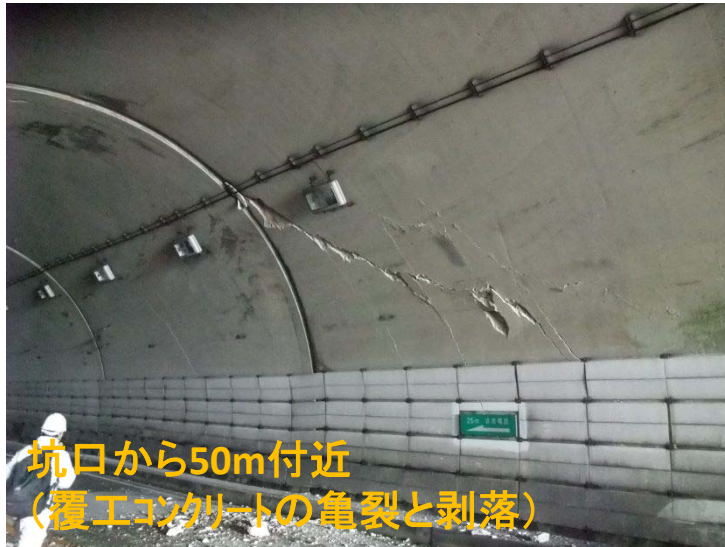
俵山大橋



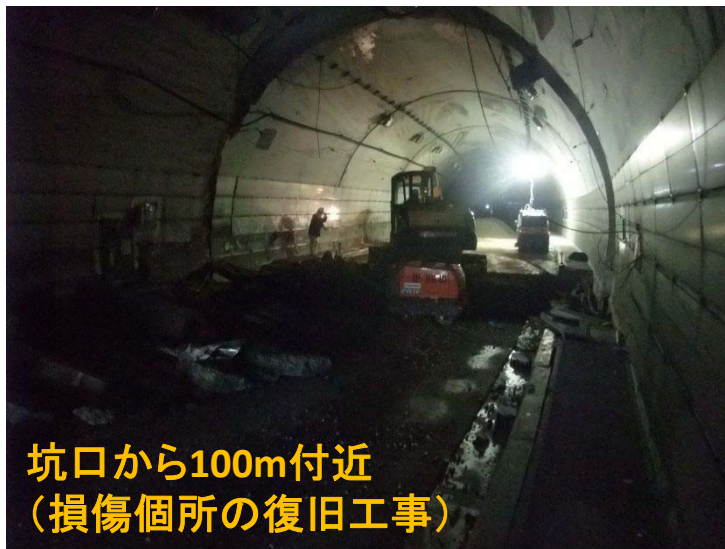
俵山トンネル坑口の崩壊



俵山トンネル(2002年7月)



坑口から50m付近
(覆工コンクリートの亀裂と剥落)



坑口から100m付近
(損傷個所の復旧工事)



坑口から100m付近(南側壁)
(奥側が見かけ左へのズレ)



坑口から100m付近(北側壁)
(坑口側が見かけ左へのズレ)

俵山トンネル(2002年7月)



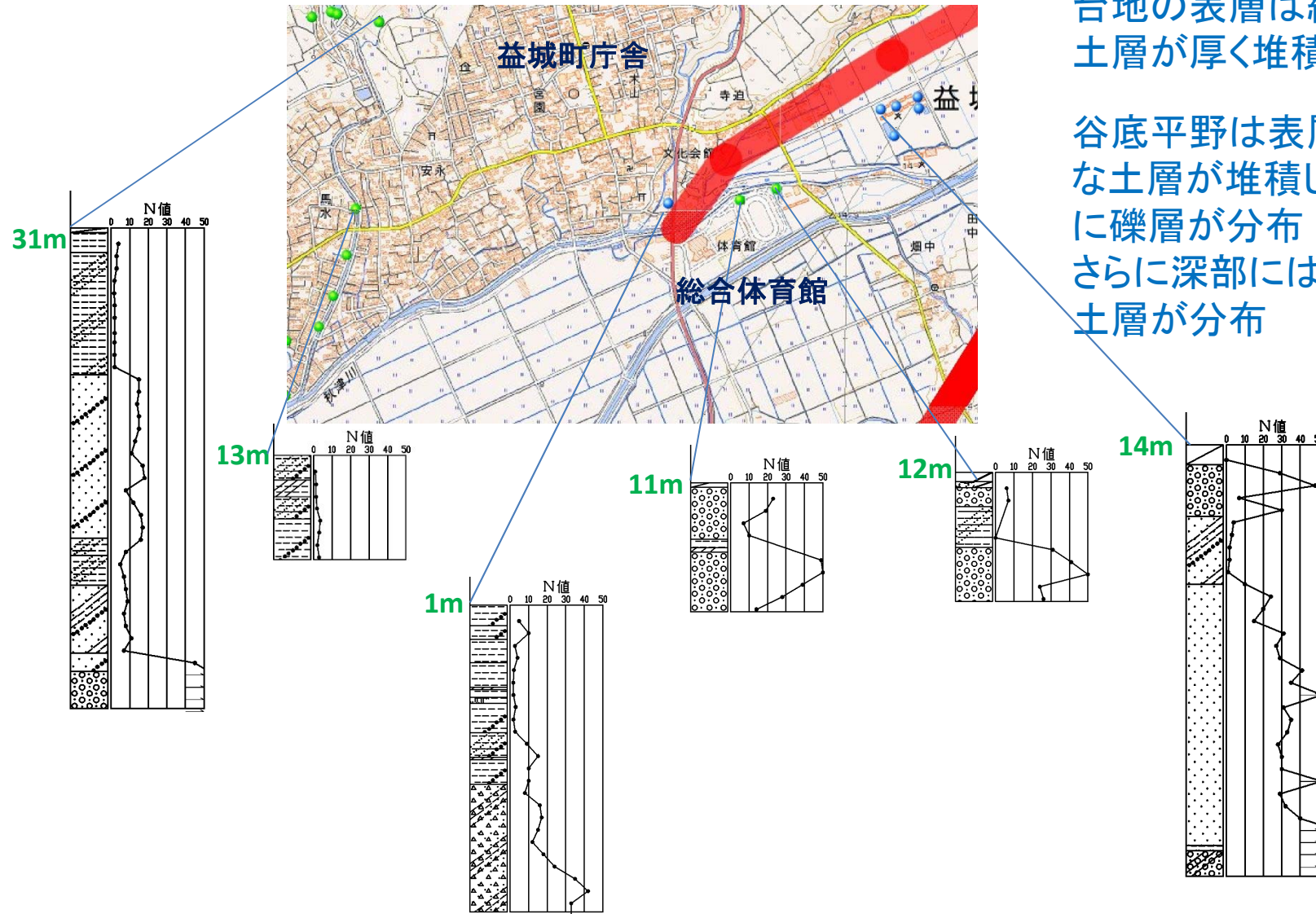
風当地区の被災状況



益城町庁舎周辺の地質構成

台地の表層は緩軟弱な土層が厚く堆積する

谷底平野は表層に緩軟弱な土層が堆積し、その下位に礫層が分布
さらに深部には緩軟弱な土層が分布



益城町総合体育館の敷地状況



益城町庁舎周辺



まとめ

1. 橋梁の被災

- ・被災は落橋(阿蘇大橋, 戸下大橋)や支承の破壊, 橋桁の移動, ジョイント部の段差等
- ・被災の要因は, 地震による強震動以外に活断層直近では地盤の変位も影響
- ・また, 橋梁周囲の斜面崩壊により基礎の崩落や沈下, 崩落土砂の橋梁への衝突(橋桁, 橋脚)等
- ・橋台背面の盛土の崩壊や沈下

2. 斜面の被害

- ・自然斜面は緩い火山灰質土の崩壊や地すべり(傾斜遷急線の直上方で頻発), 溶結凝灰岩による急崖斜面の岩盤崩壊や落石等
- ・盛土斜面は谷埋め盛土や腹付盛土の崩壊
- ・被災の要因は, 地震による強震動で活断層近傍では大規模となる
- ・一部では施設の破壊による水の供給が助長

3.その他の被害

- ・俵山トンネルでは、施工目地のズレや覆工コンクリートの亀裂や剥落
- ・活断層近傍であり、断層変位の影響と地盤の強振動が要因
- ・河川沿いの平地では地盤の液状化や側方流動による擁壁（護岸を含む）の破壊による宅地の流動と建築物の破壊
- ・台地や平地には表層に緩い火山灰質土や強風化した火砕流堆積物が存在し、活断層の近傍の河川沿いで被害が拡大

4.今後の対応

- ・落橋していない橋梁でも橋桁が桁受けにのっているだけの状態や橋台や橋脚がダメージを受けている箇所もある
- ・崩壊箇所は、周辺の地表に亀裂が発生し、拡大要因が認められる箇所がある
- ・これらの箇所では、今後の余震や豪雨による被害拡大に注意が必要
- ・また、火山地帯特有の地形・地質や活断層の位置（地表の亀裂発生箇所）を考慮した復興計画が必要

最後になりますが、平成28年熊本地震によりお亡くなりになられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々にお見舞いを申し上げます