

2017年10月27日

中国地方建設技術開発交流会(広島会場)

広島県民文化センター

基調講演

地盤災害の発生メカニズムと 防災・減災への取り組み

独立行政法人国立高等専門学校機構

呉工業高等専門学校

森脇 武夫

(公益社団法人地盤工学会中国支部・支部長)

本日の話題

・斜面災害

- ・平成11年6.29広島豪雨災害
- ・平成22年7月庄原豪雨災害
- ・平成26年8.20広島豪雨災害
- ・大規模土砂災害の発生メカニズム

・地震災害

- ・平成12年鳥取県西部地震
- ・平成13年芸予地震

・落石災害

- ・平成28年5月島根県落石災害
- ・平成28年7月広島県落石災害

広島県における戦後の主な斜面災害

(死者10名以上、死者に行方不明者を含む)

災害	主な被災地と被害	降雨条件
1945年9月災害 (枕崎台風)	呉市, 江田島町, 大野町, 宮島町 死者2,012名, 損壊家屋6,832戸	連続雨量250.7mm(呉) 時間雨量 57.1mm(広島)
1951年10月災害 (ルース台風)	大竹市, 佐伯郡 死者166名, 損壊家屋2,333戸	連続雨量283.4mm(加計) 時間雨量 26.2mm(広島)
1967年7月災害 (豪雨)	呉市 死者159名, 損壊家屋1,119戸	連続雨量317mm(呉) 時間雨量 74.7mm(呉)
1972年7月災害 (豪雨)	三次市, 庄原市, 加計町 死者39名, 損壊家屋3,008戸	連続雨量622mm(三次6日間) 時間雨量 40mm(呉)
1988年7月災害 (豪雨)	山県郡加計町 死者15名, 損壊家屋73戸	連続雨量264mm(加計) 時間雨量 57mm(加計)
1999年6.29災害 (豪雨)	広島市, 呉市 死者32名, 損壊家屋582戸	連続雨量232.5mm(広島) 時間雨量 81mm(広島)
2014年広島災害 (豪雨)	広島市安佐北区, 安佐南区 死者76名, 損壊家屋585戸	連続雨量284mm(三入東) 時間雨量121mm(三入東)

70年間で7回 (平均すると10年に1回)

平成11年6月29日広島豪雨災害

- ・広島市西部地域と呉市周辺で多数の土砂災害が発生
- ・死者31名，行方不明者1名，合計32名
 - ・4箇所 of 崖崩れで死者11名
 - ・5溪流の土石流等で死者13名
 - ・氾濫等で死者7名，行方不明1名
- ・斜面崩壊(がけ崩れ)が186箇所
- ・土石流(土砂流)等が139溪流
- ・崩壊箇所1,616地点(航空写真などから判読)
- ・被害総額約670億円

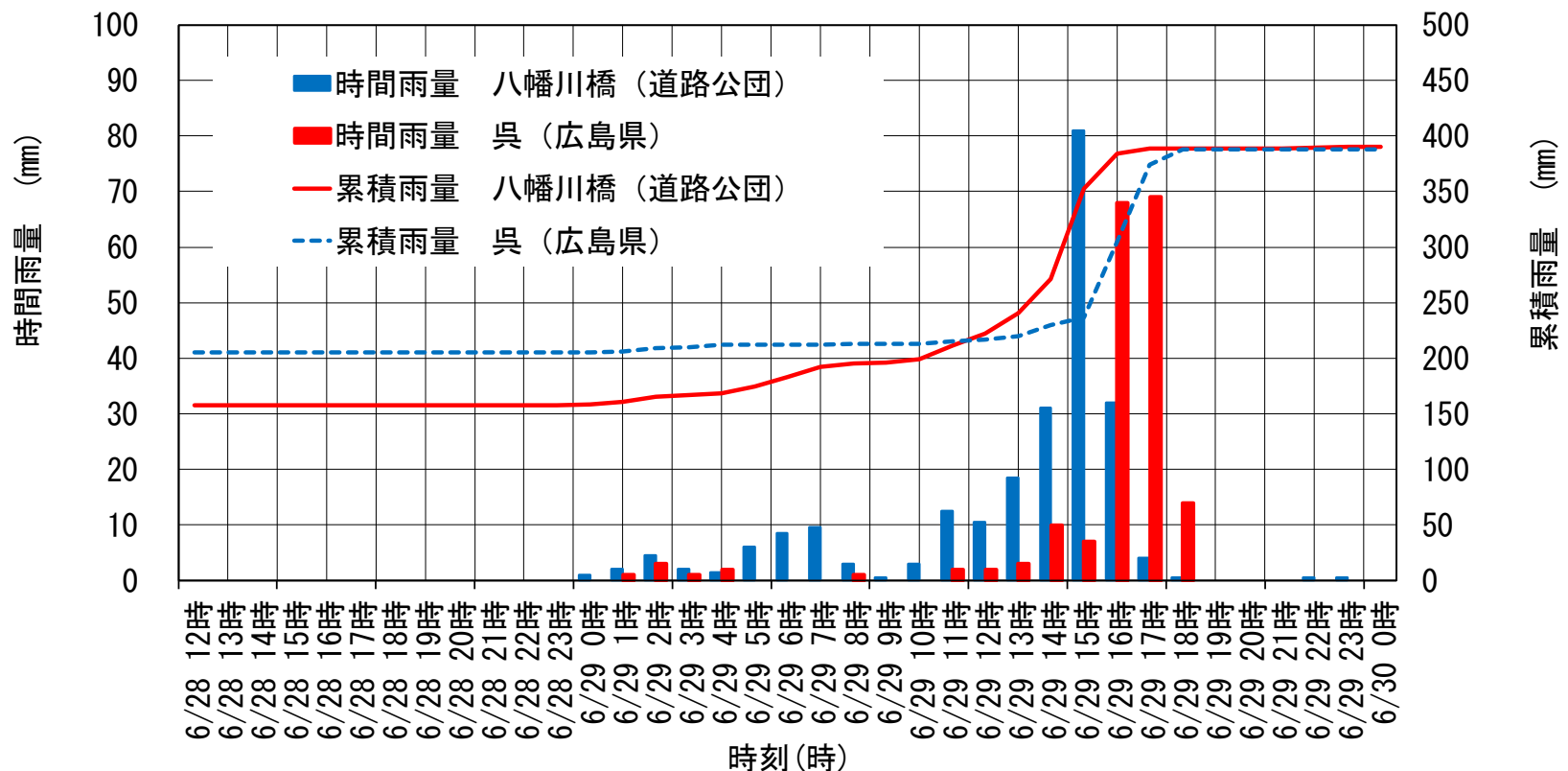
降雨特性

広島市(八幡川橋)

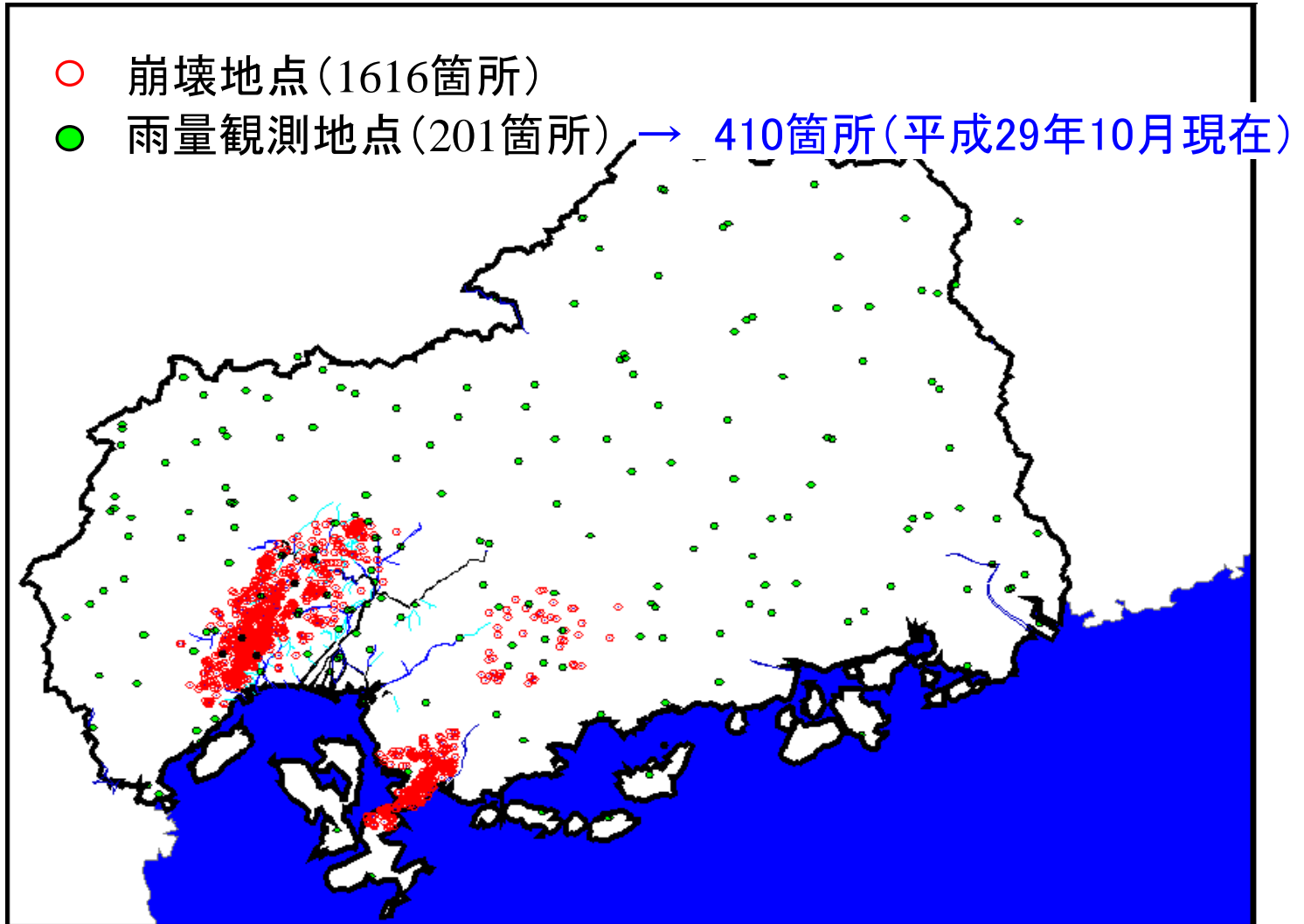
- ・先行雨量157.5mm, 当日雨量231.5mm、総雨量389mm
- ・午後2時から3時に**81mm/h**

呉市

- ・先行雨量205mm, 当日雨量183mm、総雨量388mm
- ・午後3時から4時に**68mm/h**, 午後4時から5時に**69mm/h**



斜面崩壊地点



広島市安佐南区伴東1丁目

(死者1名, 全半壊3戸)

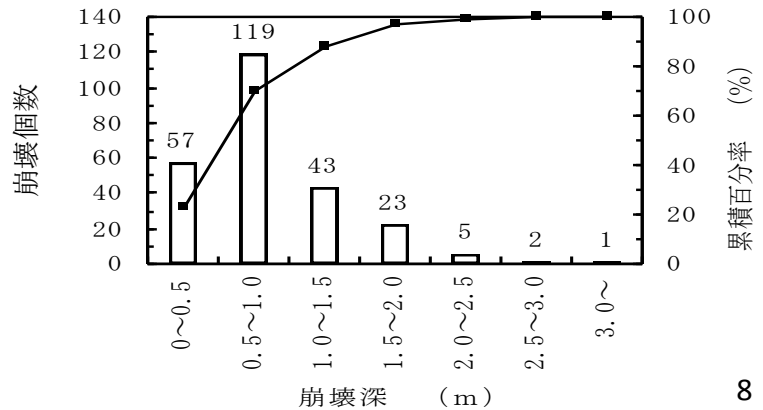
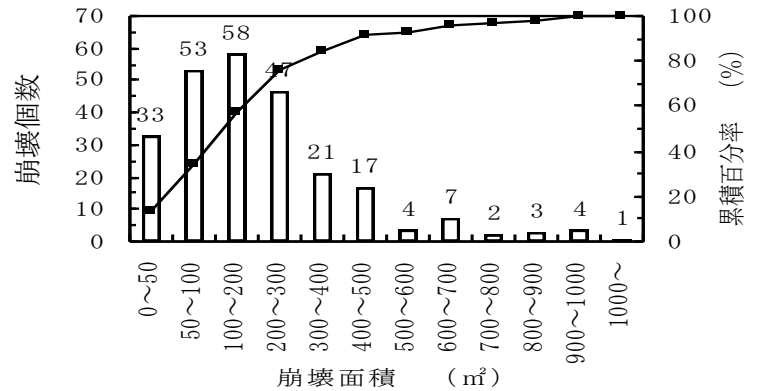
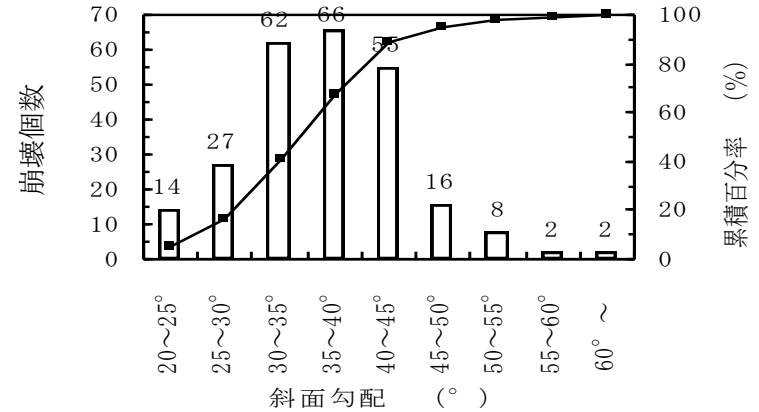


崩壊した斜面の特徴

- 斜面の傾き:
30~45° が約70%
- 面積:
300m²以下が約80%
- 深さ:
1.0m以下が約70%

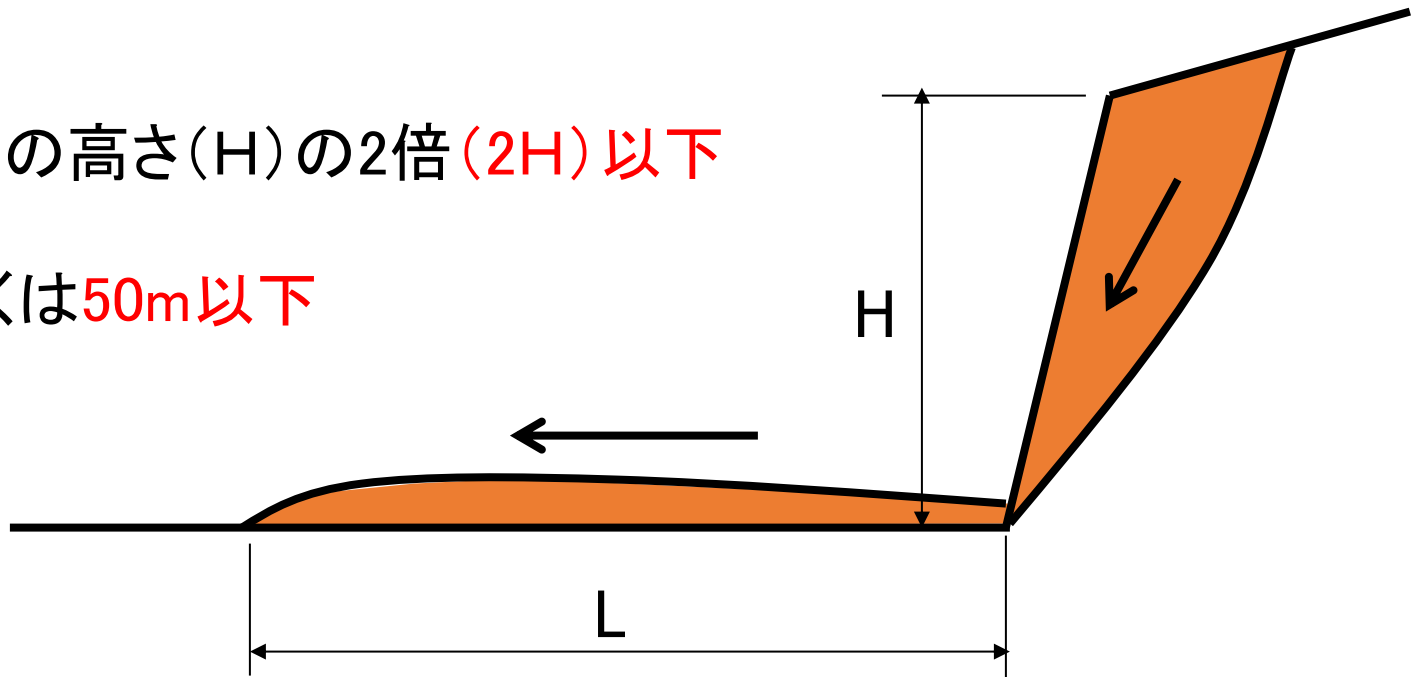


典型的なまさ土斜面での
表層崩壊



崩れた土砂の到達距離(L)

- がけの高さ(H)の2倍(2H)以下
- もしくは50m以下

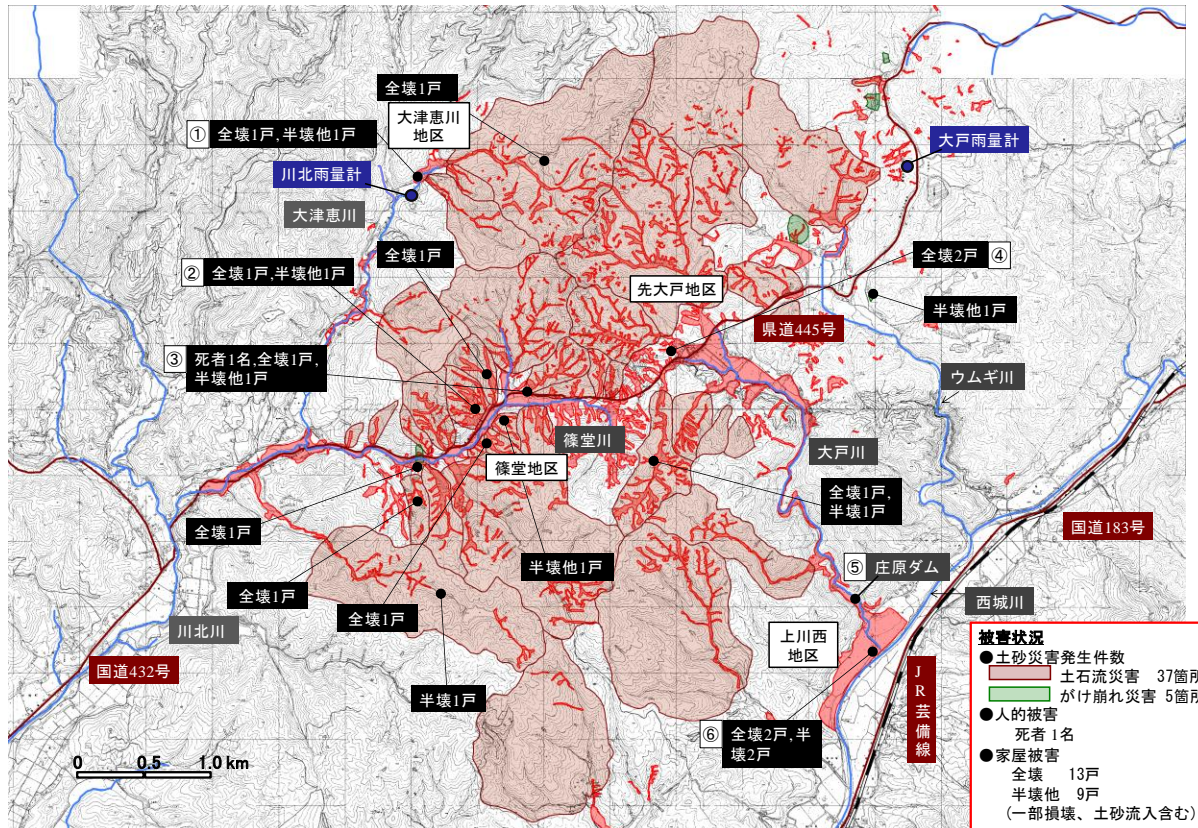


土砂災害防止法(平成13年4月1日より施行)における
土砂災害警戒区域(急傾斜地)の範囲指定

平成22年7月庄原豪雨災害

- ・ 梅雨前線の停滞により2010年7月11日の朝より14日まで断続的に時間雨量25～50mmの豪雨
- ・ **最大60分間雨量91mm**(庄原市大戸)
- ・ 広島県内における被害(呉市, 東広島市, 世羅町など)
 - ・ **人的被害(死亡4名, 負傷5名)**
 - ・ 住家被害(全壊7棟, 半壊20棟, 一部損壊64棟)
 - ・ 浸水(床上浸水250棟, 床下浸水 1361棟)
 - ・ 公共土木施設の被害
 - ・ 河川705箇所
 - ・ 砂防126箇所
 - ・ 道路402箇所ほか,
 - ・ 被害総額57億39百万円

被害概要



広島県提供

山間部の約4km四方の狭い範囲に限定した集中豪雨により、短時間で洪水とともに多数の土石流が発生

篠堂地区の斜面崩壊の状況

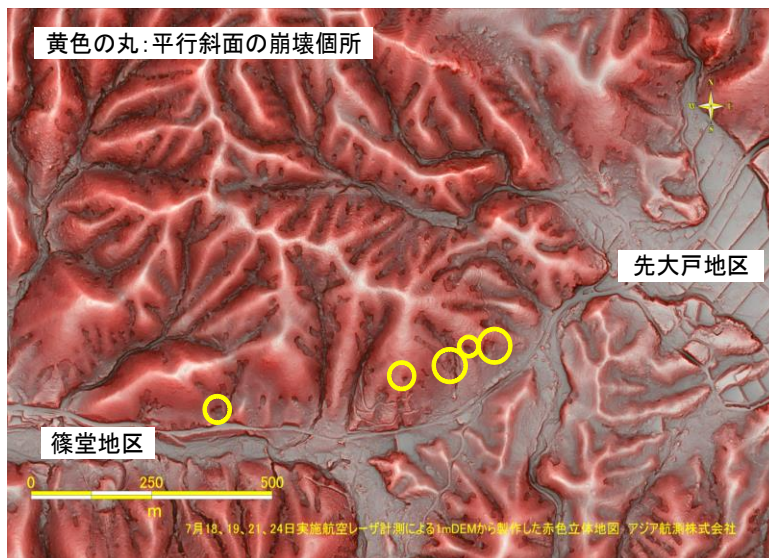


アジア航測提供

- 土石流に含まれる巨礫は少なく、流木が多い

地盤工学的特徴

- 被災地の基盤地質は流紋岩類であり、一部は吉舎安山岩類となっている。さらに、これらの層の上に備北層群が覆っている箇所や、火山灰質土である黒ぼくが覆っている箇所もあった。
- 風化花崗岩地帯ではあまり見られない平行斜面中腹のみが崩壊するといったケースが見られた。
- 地質境界が水みちとなり、これに沿った地下水が崩壊の誘因(地下水が弱部から表層土を押し出す)となっている箇所も確認された。



アジア航測提供

平成26年8月広島土砂災害

(広島市、2014/12/26現在)

• 人的被害

- 死者:77人(過去30年間の土砂災害で最多、関連死3名を含む)
- 負傷者:69人(重傷47人, 軽傷22人)
- 避難者:2,354人、避難勧告・指示対象者:164,108人(ピーク時)

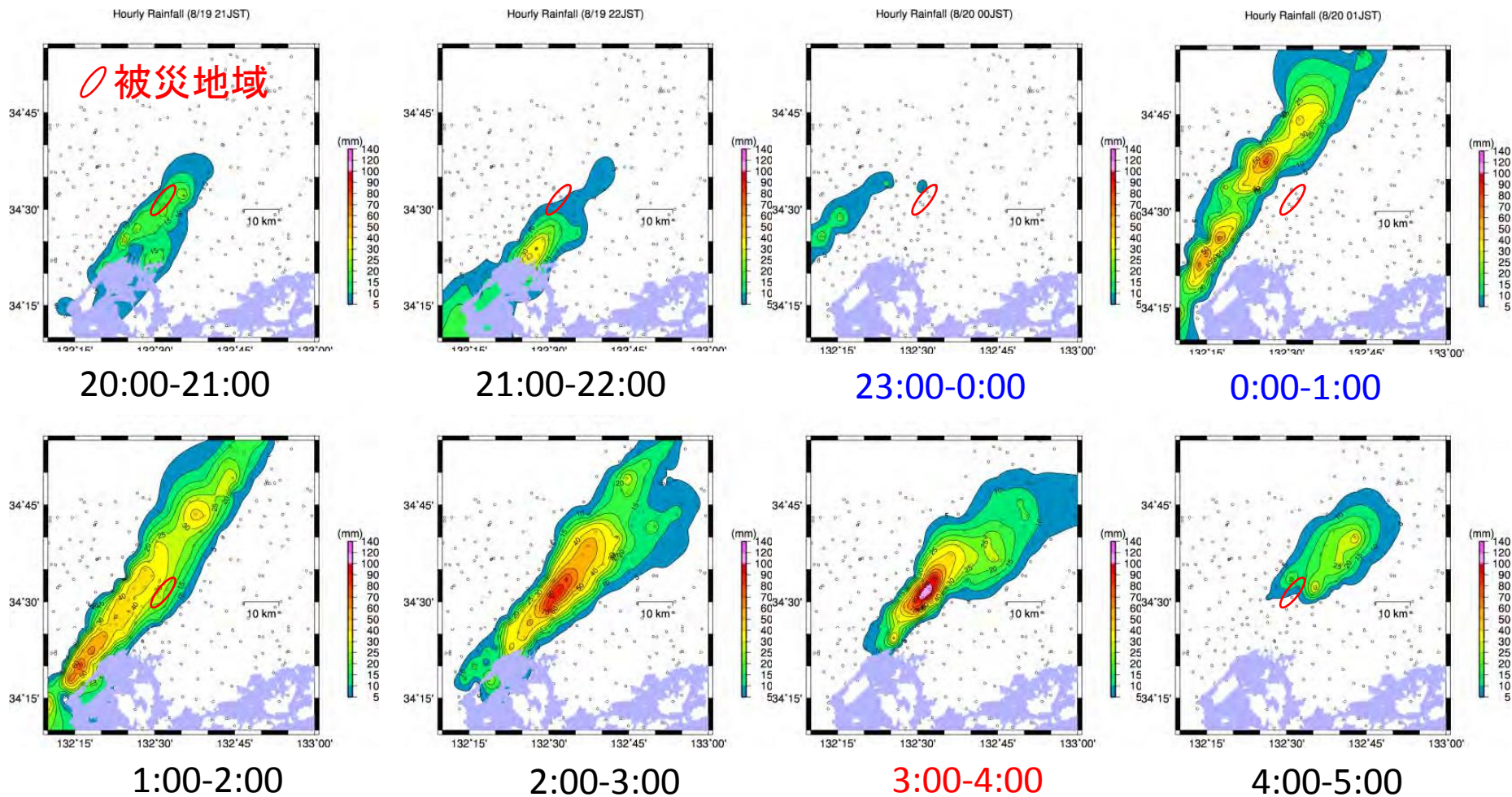
• 住家被害

- 全壊179戸, 損壊406戸, 浸水4,164戸

• ライフライン被害

- 電気:ピーク時6,900戸で停電, 8/29の19時に復旧
- 水道:ピーク時2,662戸で断水, 10/1の17時に復旧
- 下水道:埋設管路延長64kmのうち, 48箇所被害
- ガス:ピーク時5戸で供給停止, 9/8に復旧
- 鉄道:JR可部線8/20から8/31まで運転見合わせ
- 道路:国道54号, 261号が8/21の0:30まで通行止め
- 河川:土石流の流入、護岸破壊・側岸浸食(中小河川)、土砂堆積

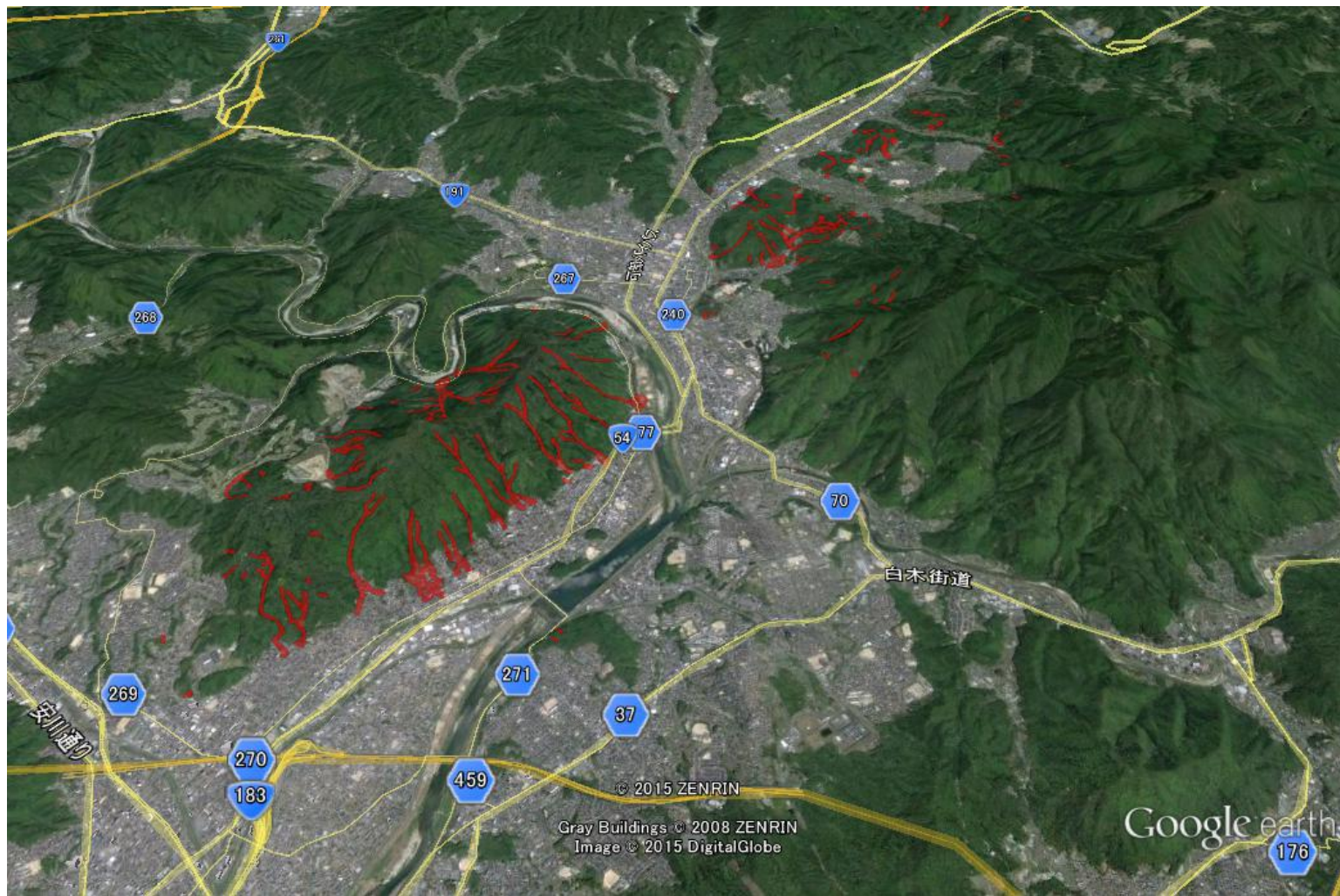
時間雨量の推移 (8/19の20:00 ~ 8/20の5:00)



広島工業大学 田中健路准教授作成

- ・8/19の23時～8/20の1時にかけて平野部では雨は収まる
- ・8/20の3時～4時に3か所の雨量観測所で1時間雨量が100mmを超える
- ・4か所の雨量観測所で3時間雨量が200mmを超える(これまでの約2倍)
- ・深夜1時から雨と雷が急激に強くなり、避難が困難であった

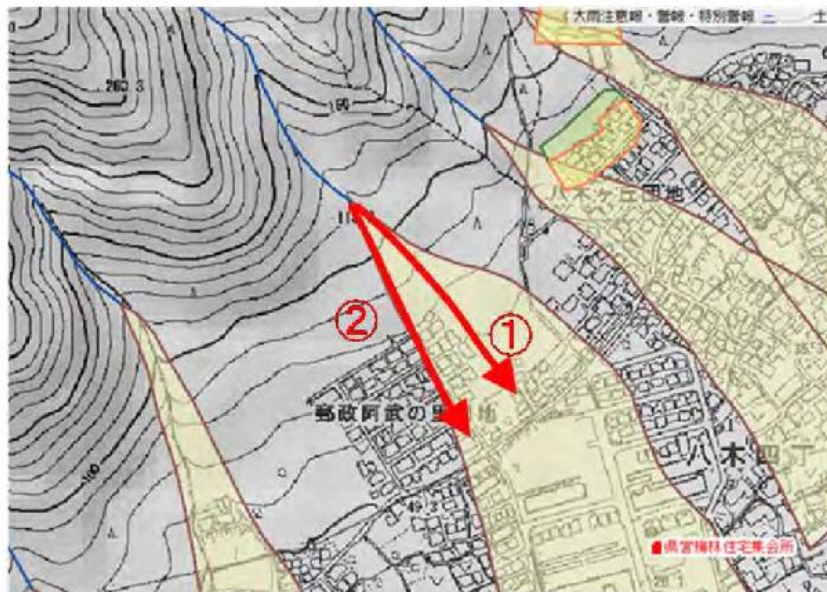
広島土砂災害発生箇所 (国土交通省発表データ)



国土交通省発表データをGoogle Earth上で示した

阿武の里団地

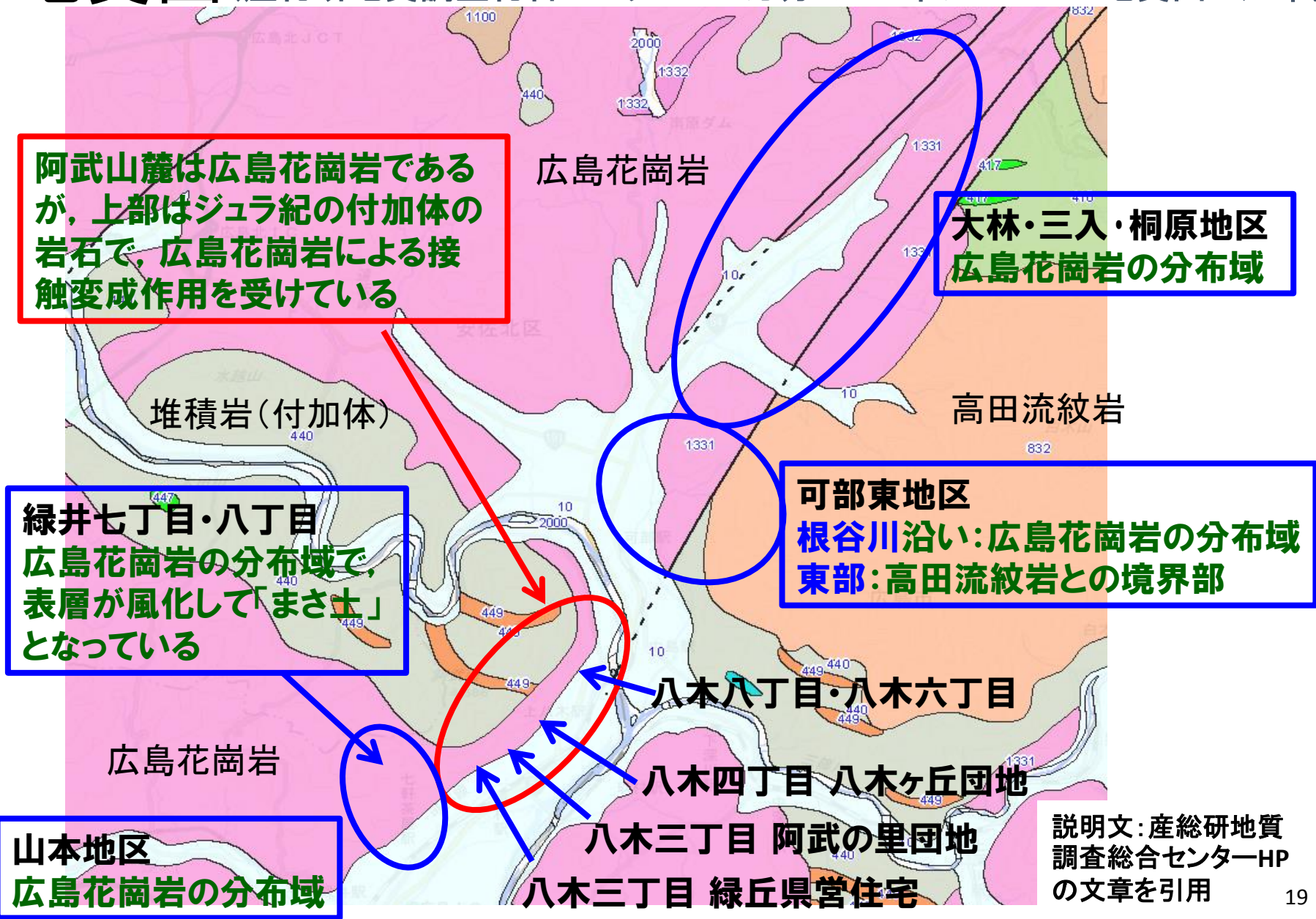
- 土石流は主なもので**3つの溪流**から発生
- 団地の**上流約150m**で**2つに分岐**
- 最初に**①**の溪流で発生し、**②**が続いた。
- **死者4名**の人的被害
- 流出土砂量は**2万m³以上**と推定



阿武の里団地の被害状況



地質図 (産総研地質調査総合センター 20万分の1日本シームレス地質図に加筆)

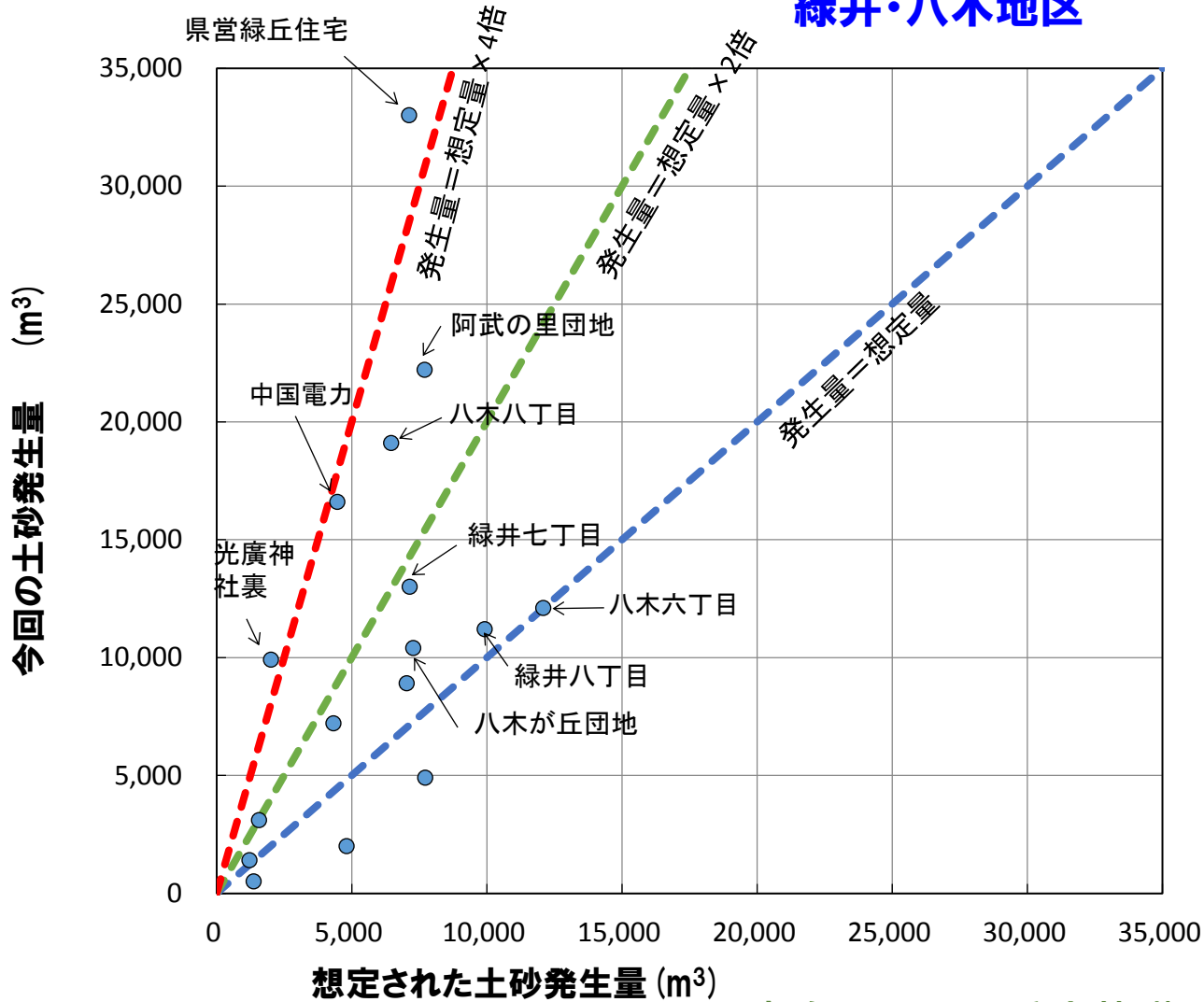


中国地方整備局によって
調査されたデータ(暫定値)

流出土砂量の考察

県営緑丘住宅や光廣神社裏では多量の土砂が流下して大きな被害が発生した

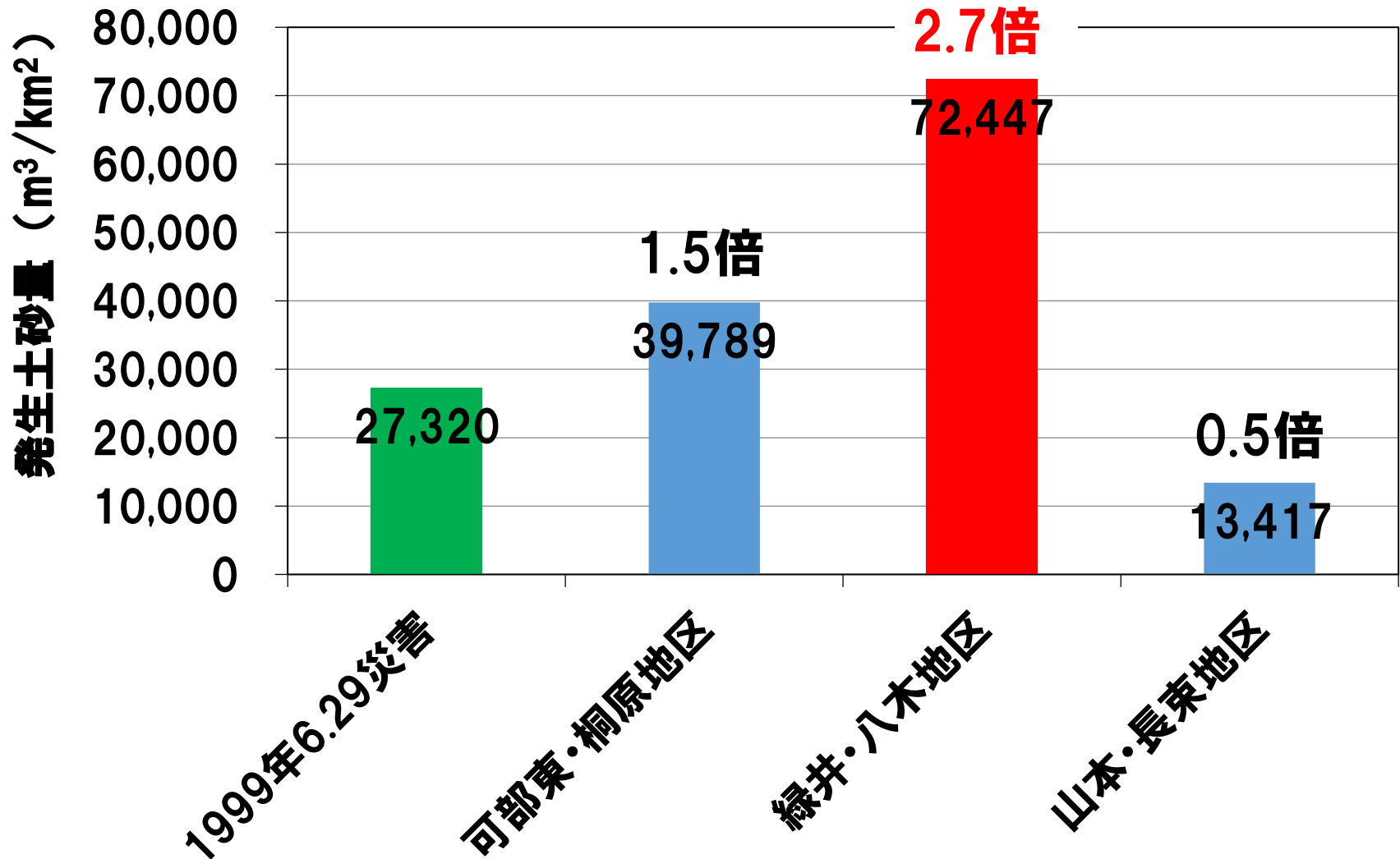
緑井・八木地区



広島県による溪流基礎調査調書のデータ

- ・16の溪流中、6の溪流で想定土砂量の2倍以上の土砂が流下
- ・そのうち、3の溪流で想定土砂量の約4倍の土砂が流下

平均的な溪流の単位流域面積当たりの土砂発生量の比較



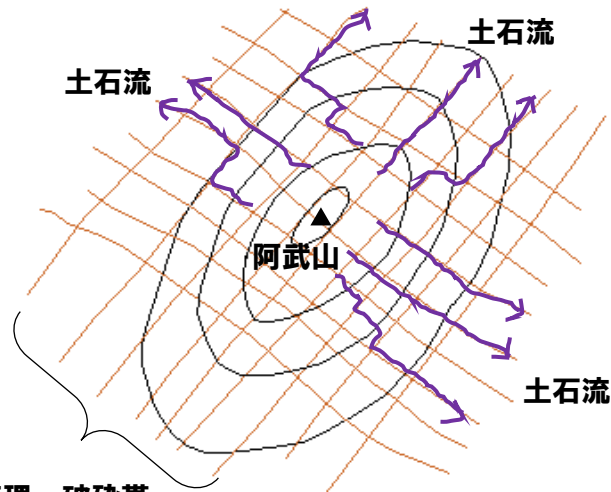
想定した土量と実際に発生した土量の差の原因

<参考>

溪流が分岐する場合，侵食可能土砂量が最大となる想定土石流流出区間1つを抽出して算出する

- 1) 県営緑丘住宅：土石流は3箇所の源頭部から少なくとも3回発生し，それぞれで多くの土砂が流出したと考えられる。
阿武の里団地：3箇所の源頭部から大きな土石流が少なくとも2回発生したと考えられる。
このことが想定を上まわる土砂発生量になったと考えられる。
- 2) 基礎調査では，溪流内に存在する不安定な「侵食可能土砂」として，岩盤の侵食は想定されていない。しかし，県営緑丘住宅の上の溪流，阿武の里団地の上の溪流では，風化した土砂の下にある軟岩や亀裂に囲まれた硬質岩の一部が侵食されている。
- 3) 阿武山山麓以外では，発生土砂量が想定土砂量を大きく上回った溪流は少なく，阿武山の地質構造が原因か。

阿武山における土石流発生メカニズム



- 断層・破碎帯・開口節理などの透水性の高い部分が散見

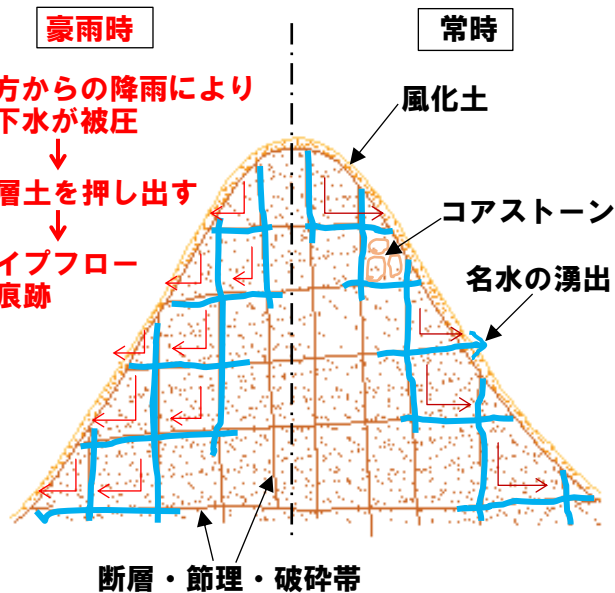
- 山体には7月からの降雨によって多量の地下水が存在

- この地下水が上方に降った多量の降雨によって被圧される

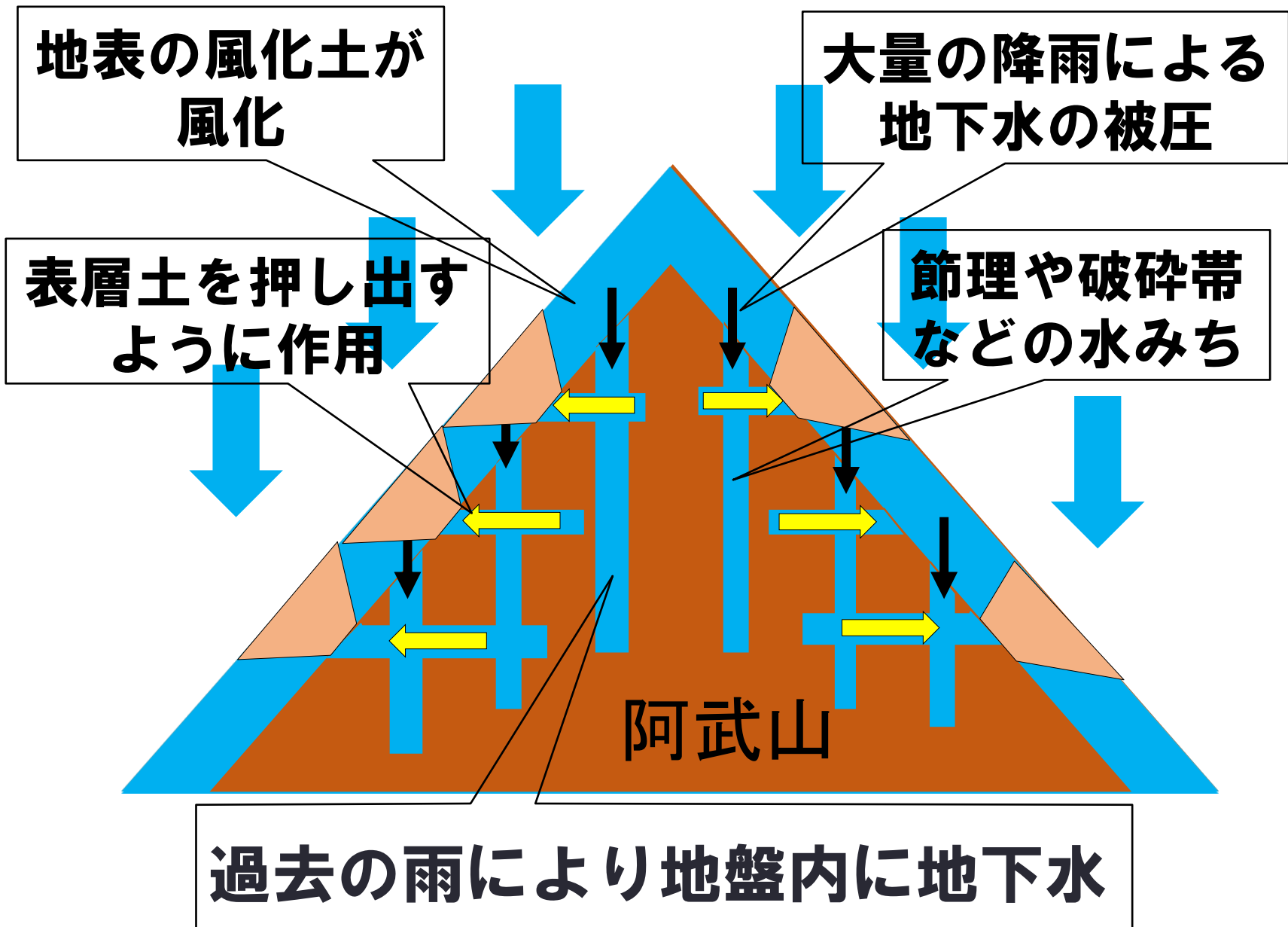
- 被圧地下水は表層土を押し出すように作用して斜面は急激かつ大規模に不安定化

- 表土が流失した跡にパイプフローの痕跡

断層・節理・破碎帯



斜面不安定化のイメージ図



大規模で同時多発的な土石流の発生

パイプフローの痕跡

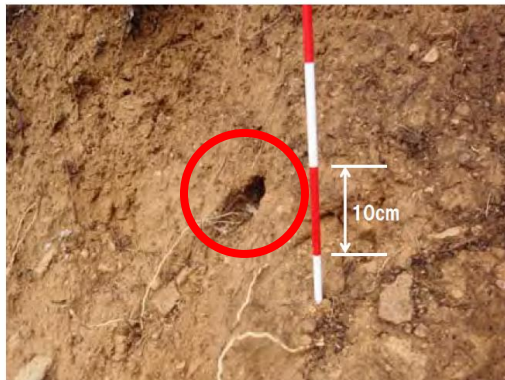


図 3-3-2-18 源頭部付近で観察された孔

可部東六丁目



図 3-3-4-29 源頭部で見られたパイプフロー跡

八木ヶ丘団地



写真 3-3-5-32 源頭部東側面に見られた孔

阿武の里団地



写真 3.3.6-14 基盤岩上面のパイプフローの痕跡

県営緑丘住宅



図 3-3-7-65 被圧地下水の噴出によると思われる登山道脇の穴

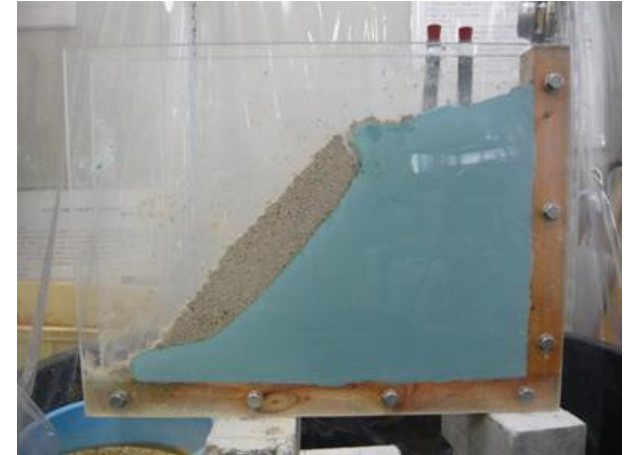
緑井七丁目・八丁目

**これら以外にも
多くの「孔」が観
測されている**

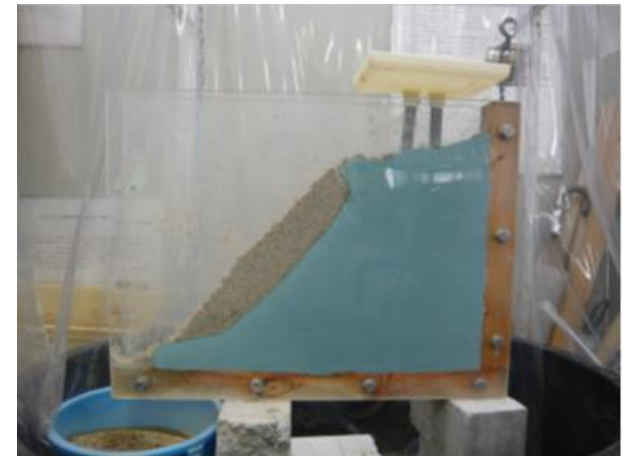
降雨による斜面崩壊の模型実験



降雨実験装置

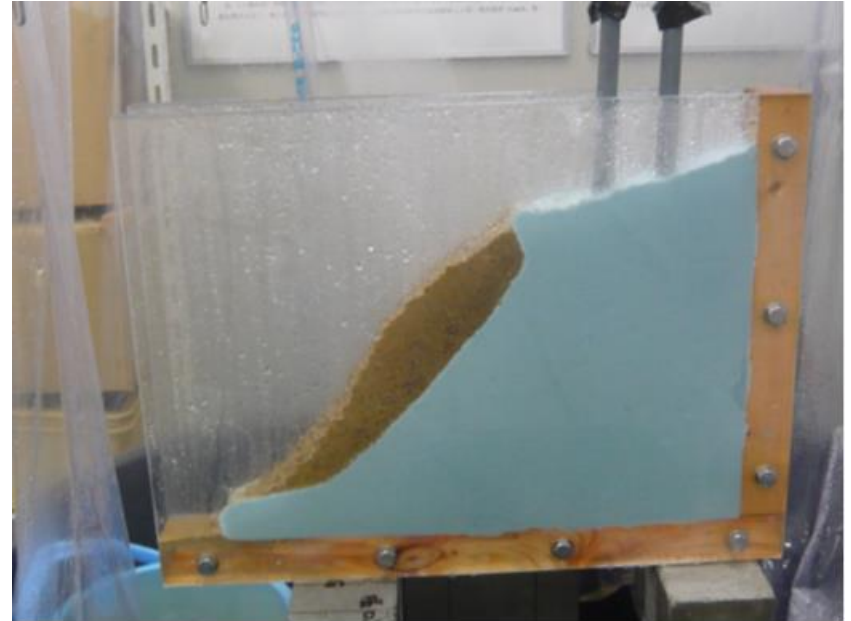


パイプフロー:なし



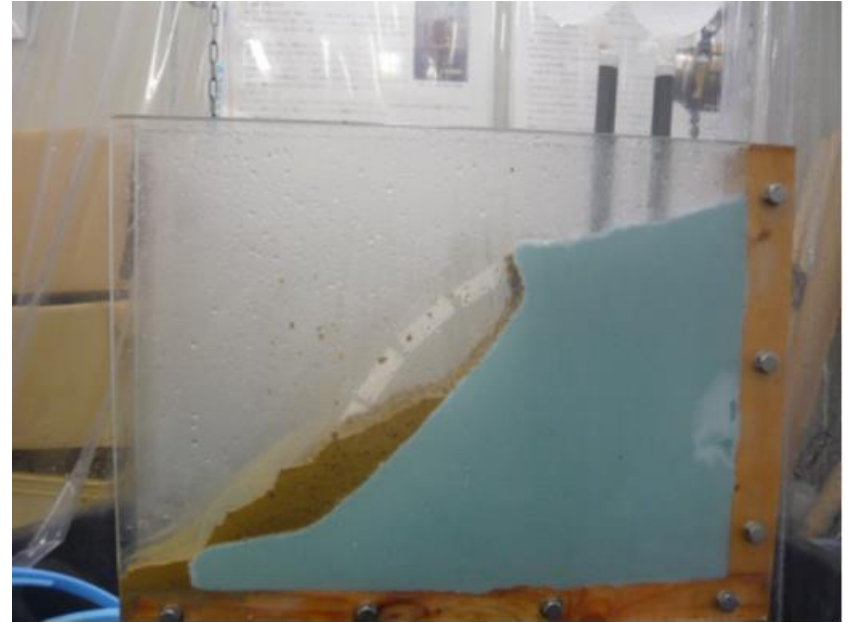
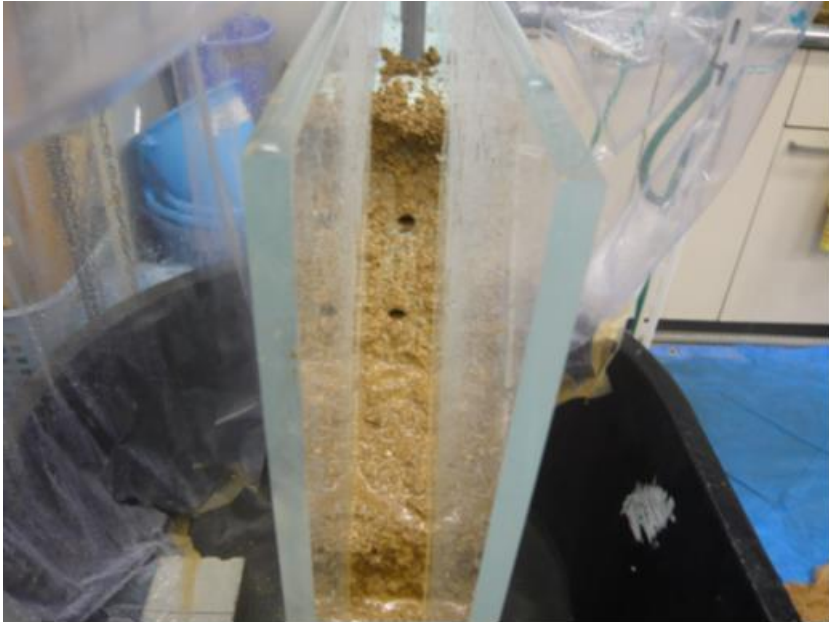
パイプフロー:あり

実験結果 (パイプフロー: なし)



- 斜面勾配: 40° 、層厚: 8cm
- 表層土: まさ土 + 彫塑用粘土 ($c = 15\text{kN/m}^2$ 、 $\phi = 35^\circ$)
- 降雨強度: 100mm/hr
- 1日以上経過しても崩壊せず
- 雨水は表面水として流出
- 表層土の若干の流出あり

実験結果 (パイプフロー: **あり**)



- パイプへの集水面積は、斜面面積と同じ
- **降雨開始後、5～10分程度で崩壊**
- 同じ幾何学条件の場合、崩壊発生の可否は、表層土の
 - 強度…粘着力が小さいと表層からの浸透によって崩壊
 - 透水性…透水性が高いと被圧水とならないの相互関係によって決まる

近年の地震災害

地震名	発生年月日	地震規模	被害
兵庫県南部地震	平成 7. 1.17	$M_j=7.3$	死者6,434、不明者3
鳥取県西部地震	平成12.10. 6	$M_j=7.3$	負傷者182
2001年芸予地震	平成13. 3.24	$M_j=6.7$	死者2、負傷者288
新潟県中越地震	平成16.10.23	$M_j=6.8$	死者68
新潟県中越沖地震	平成19. 7.16	$M_j=6.8$	死者15
岩手・宮城内陸地震	平成19. 6.14	$M_j=7.2$	死者17、不明者6
東北地方太平洋沖地震	平成23. 3.11	$M_w=9.0$	死者19,533、不明者2,585
熊本地震	平成28. 4.14	$M_j=7.3$	死者225(直接50)
鳥取県中部地震	平成28.10.21	$M_j=6.6$	負傷者 31
南海トラフ巨大地震	30年以内に70~80%	$M_j=9.0$	死者323,000(予測) (広島県800人)

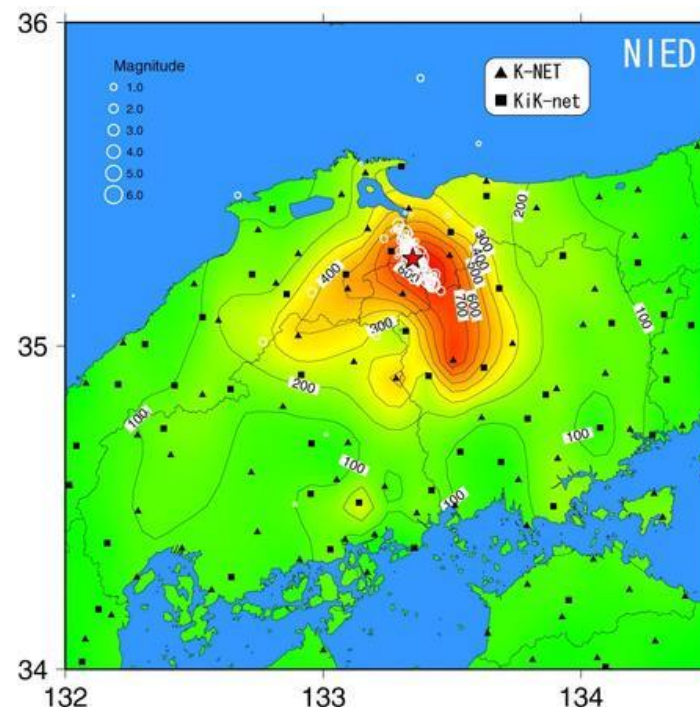
平成12年鳥取県西部地震

発震時刻 : 平成12年10月6日13:30頃
震源位置 : 鳥取県西伯町
震源の深さ : 11km
マグニチュード : $M_J = 7.3$, $M_W = 6.6$

各地の震度

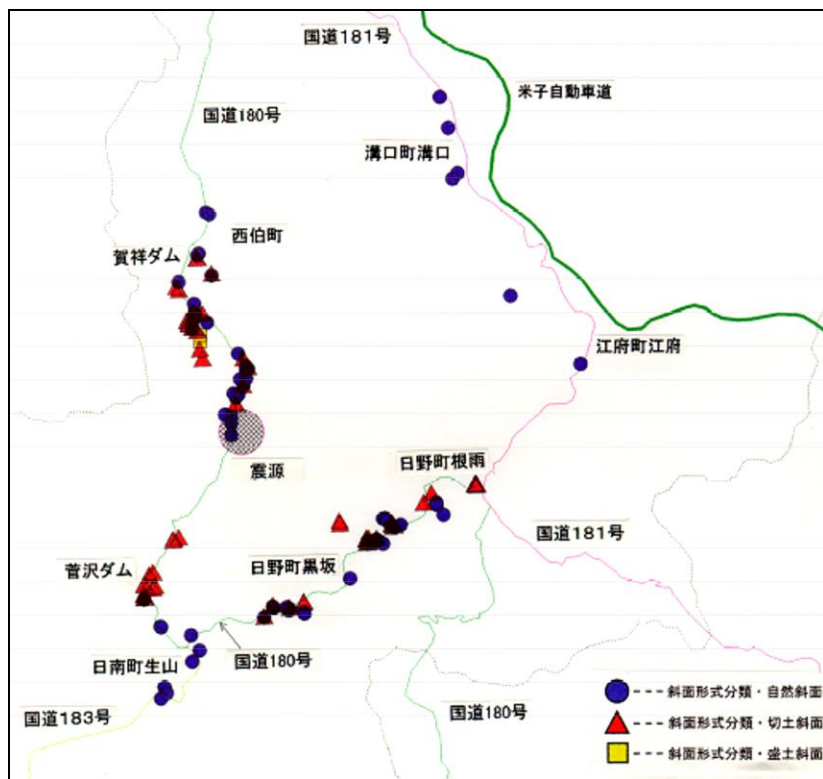
震度6強 : 日野町, 境港市

震度6弱 : 西伯町, 溝口町,
境港市, 会見町,
岸本町, 淀江町,
日吉津村



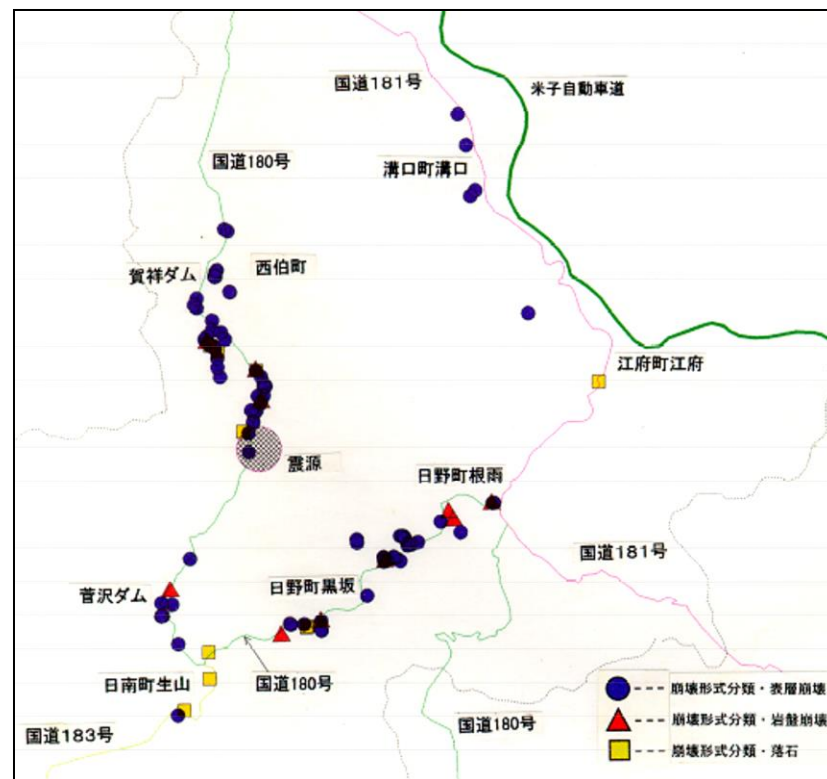
K-NETおよびKiK-netによる地表の
最大加速度分布および震源分布

斜面崩壊発生地点(86箇所)



崩壊前の斜面形態による分類

自然斜面49%, 切土斜面45%,
盛土斜面6%



崩壊形態による分類

表層崩壊81%, 岩盤崩壊13%,
落石6%



黒坂発電所下流の日野川左岸



日野町下黒坂 のJR伯備線(左の近景)



日野町下黒坂の国道180号線



西伯町大木屋の国道180号線

斜面崩壊の分類結果

斜面形態		崩壊形態			合計	
		表層崩壊	岩盤崩壊	落石		
自然斜面	保護工なし	① 34 39.5%	4 4.7%	3 3.5%	41 47.7%	42 48.8%
	保護工あり	0 0.0%	1 1.2%	0 0.0%	1 1.2%	
切土斜面	保護工なし	② 20 23.3%	1 1.2%	1 1.2%	22 25.6%	39 45.3%
	保護工あり	③ 12 14.0%	5 5.8%	0 0.0%	17 19.8%	
盛土斜面	保護工なし	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	5 5.8%
	保護工あり	4 4.7%	0 0.0%	1 1.0%	5 5.8%	
合計		70 81.4%	11 12.8%	5 5.8%	86 100.0%	86 100.0%

保護工なしの自然斜面41箇所中

- ・対策工の真横・真上： 15箇所(37%、全体の18%)
- ・全くの自然斜面： 26箇所(63%、全体の30%)

保護工ありの切土斜面17箇所中

- ・落石防護柵とネット： 8箇所
- ・吹付コンクリート： 7箇所
- ・植生工： 2箇所

まとめ(1)

- 1) 震源地に比較的近い範囲に集中していた.
- 2) 自然斜面と切土斜面の崩壊地点分布に違いは認められなかった.
- 3) 自然斜面が49%, 切土斜面が45%, 盛土斜面が6%であった.
- 4) 表層崩壊が81%, 岩盤崩壊が13%, 落石6%であった.
- 5) ①保護工無しの自然斜面の表層崩壊40%, ②保護工無しの切土斜面の表層崩壊23%, ③保護工有りの切土斜面の表層崩壊14%であった.
- 6) 人工斜面に比べて自然斜面での崩壊が多く, また, 保護工の有る斜面に比べて保護工の無い斜面での崩壊が多く, 保護工の有効性が認められた.

まとめ(2)

- 7) 落石防止ネットは斜面崩壊の被害を最小限に食い止める効果があった。一方、吹付コンクリート斜面では崩落土塊が道路面を直撃している例が多く、重大な事故につながる恐れがあった。
- 8) 崩壊幅は5m以下が約60%、崩壊長は5m以下が約50%で、小規模な崩壊が大半を占めていた。
- 9) 崩壊深の大半は1m以下であった。
- 10) 崩壊斜面勾配は全て40° 以上で、51~80° の斜面が約80%を占めていた。
- 11) 斜面の崩壊方向は、南から南西方向と北西から北方向が比較的多く、東から南東の方向が比較的少なく、地震の水平加速度との相関が認められた。

平成13年芸予地震

日時：平成13年3月24日(土)午後3時28分頃

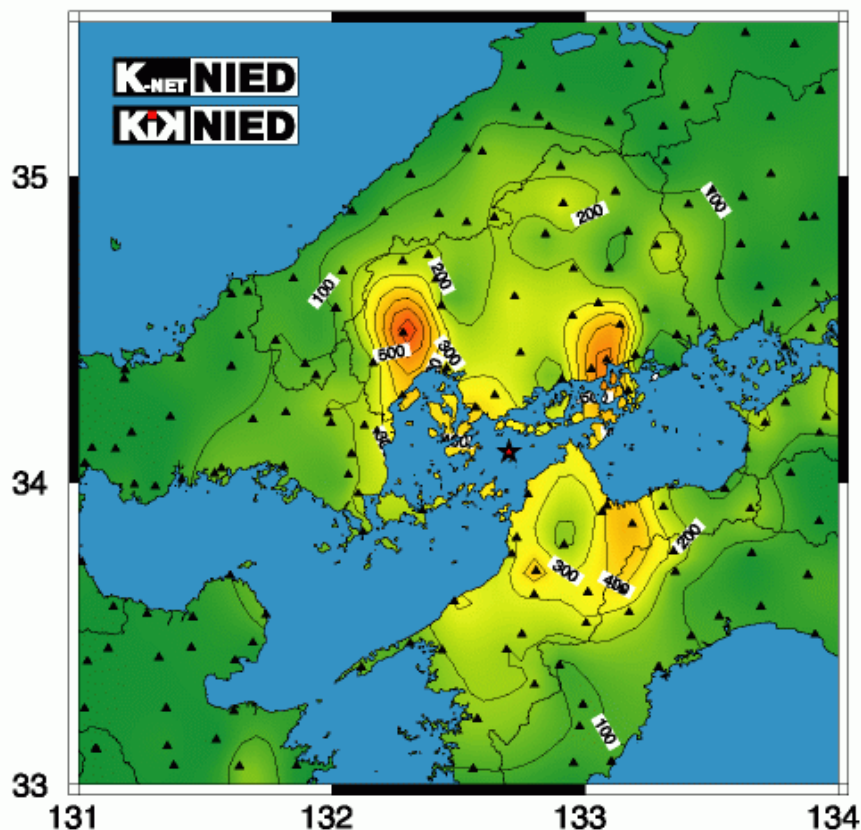
震央：瀬戸内海の安芸灘，深さ51km

規模： $M_j=6.7$ 、 $M_w=6.8$

各地の震度

震度6弱：河内町、
大崎町、
熊野町

5強：広島市、
呉市ほか
山口県から
愛媛県まで



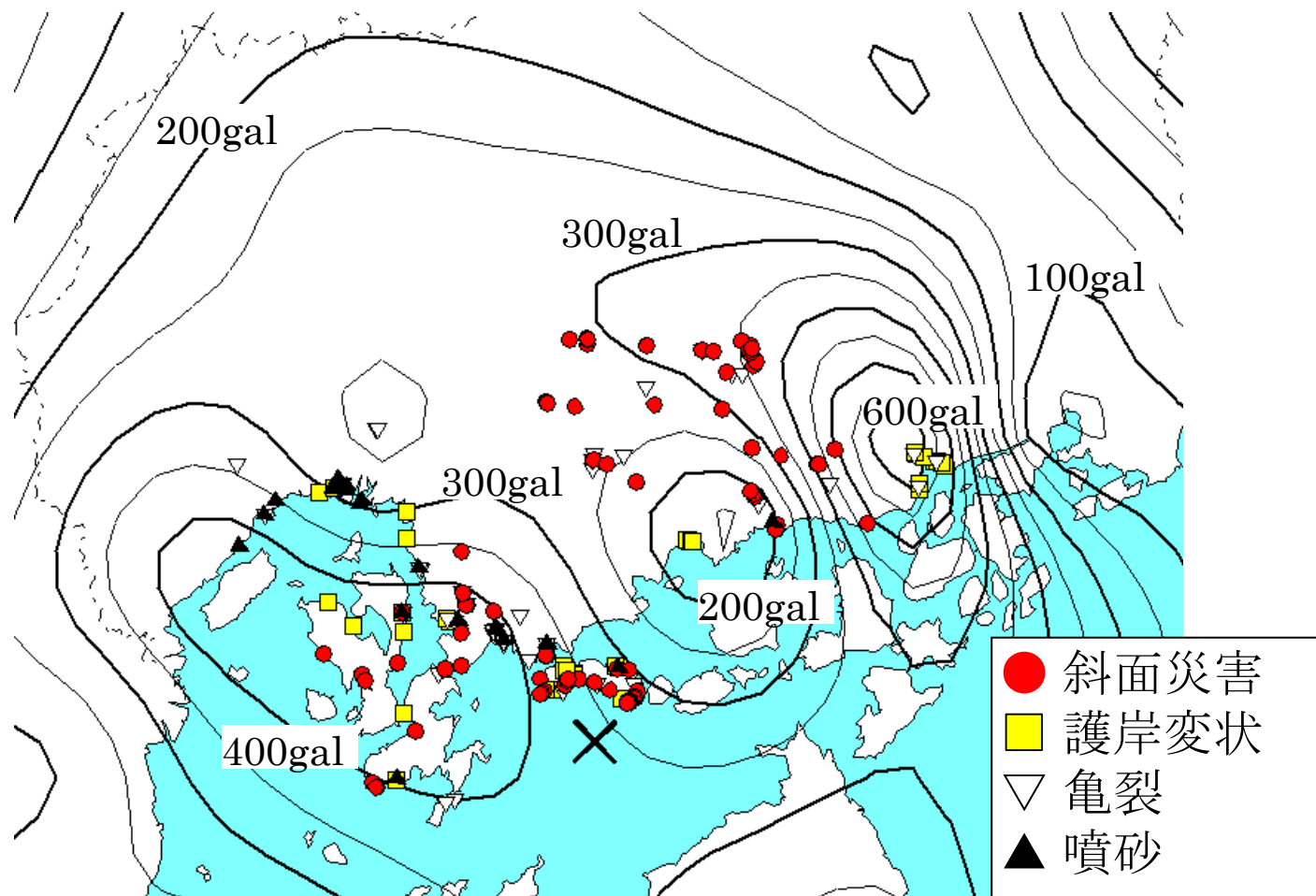
K-net, KiK-net地表加速度分布

芸予地震の被害概要

県名	広島県	愛媛県	山口県	その他	合計
死者	1	1	0	0	2
負傷者	194	74	12	9	289
住宅全壊	60	2	7	0	69
住宅半壊	497	35	26	0	557
一部損壊等	34,784	5,301	1,313	64	41,462
道路	704	56	15	4	779
橋梁	8	0	0	0	8
河川	53	7	5	0	65
港湾	118	10	18	0	146
崖くずれ等	81	0	0	0	81
火事	2	0	0	0	2
水道（断水）	47,767	425	92	0	48,284
電気（停電）	35,108	6,836	422	1,148	43,514
ガス	442	0	0	1	443

（平成13年6月4日現在消防庁資料による）

地震動と被害地点



湯来の値を除外したK-NETによる最大加速度分布

被害事例



呉市阿賀小学校グラウンドにおける噴砂

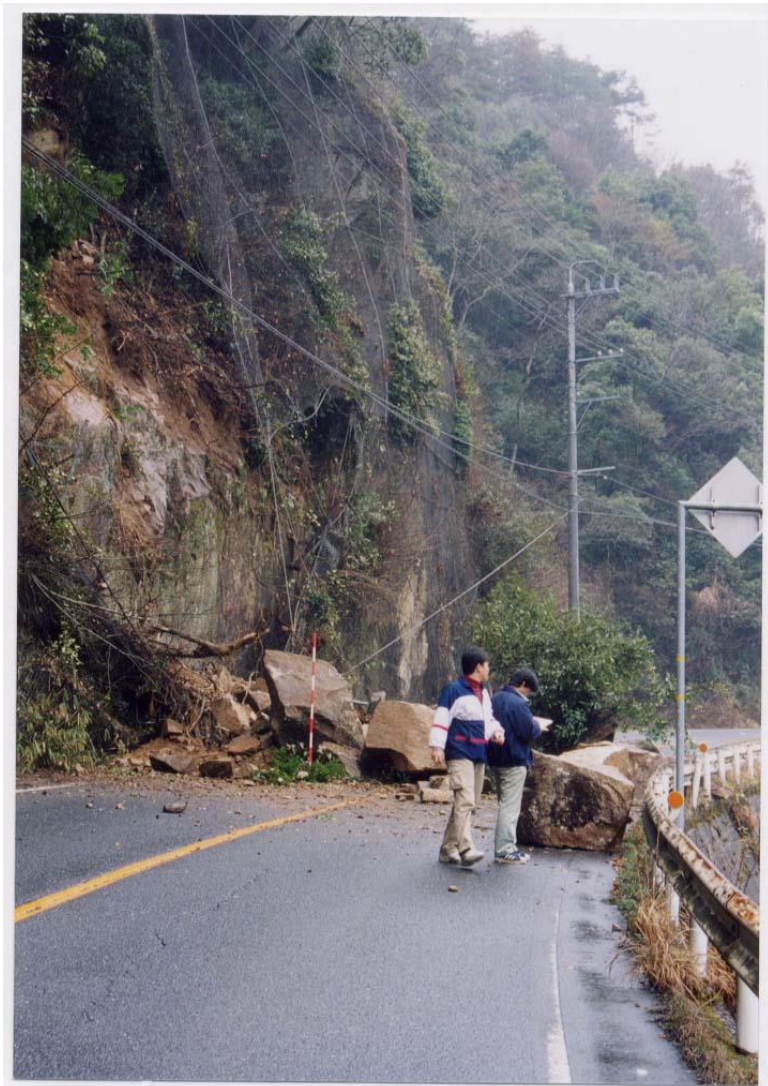


三原市須波漁港における石積み防波堤の崩壊



三原市糸崎港における岸壁の変状

東広島市河内町で岩盤崩落



最大径 $\phi=1.7\text{m}$ の転石が点在

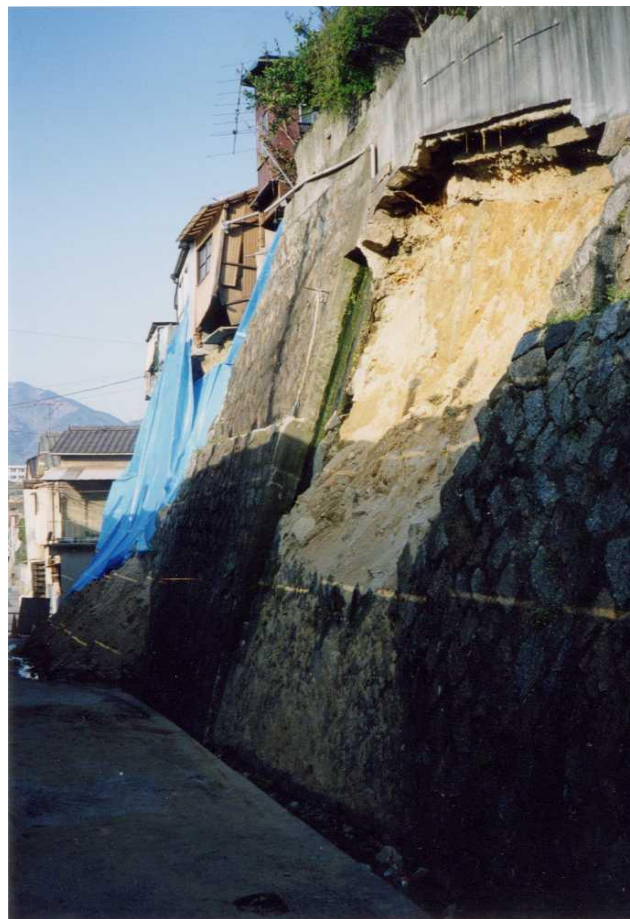
呉市での石積み擁壁の崩壊



呉市片山地区の石積み擁壁の崩壊



呉市両城2丁目の石積み擁壁の崩壊面

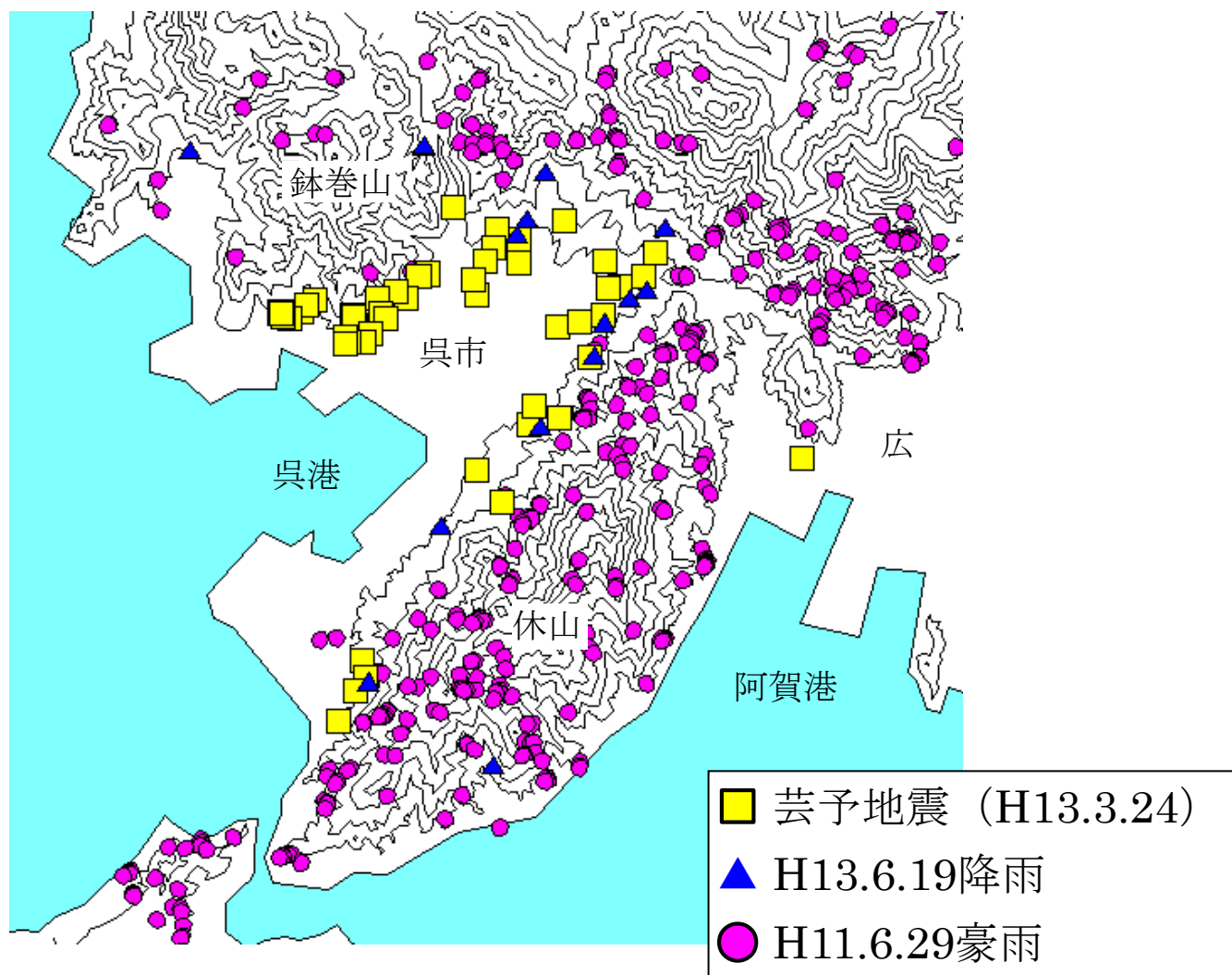


呉市宮原8丁目の石積み擁壁の崩壊

斜面被害の内訳

	鳥取地震	芸予地震
表層崩壊	67%(58箇所)	38%(44箇所)
岩盤崩壊	13%(11箇所)	30%(35箇所)
落石	6%(5箇所)	3%(4箇所)
吹付け崩壊	8%(7箇所)	3%(4箇所)
石積み崩壊	6%(5箇所)	26%(30箇所)

呉市における斜面被害地点



被災状況

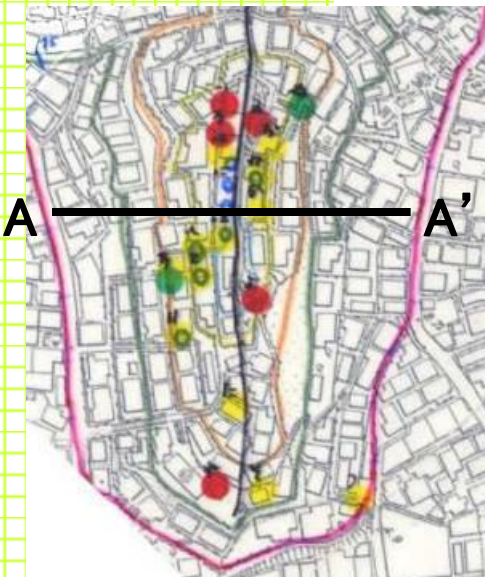
呉市両城の階段住宅の様子(撮影日H.13. 4. 15)



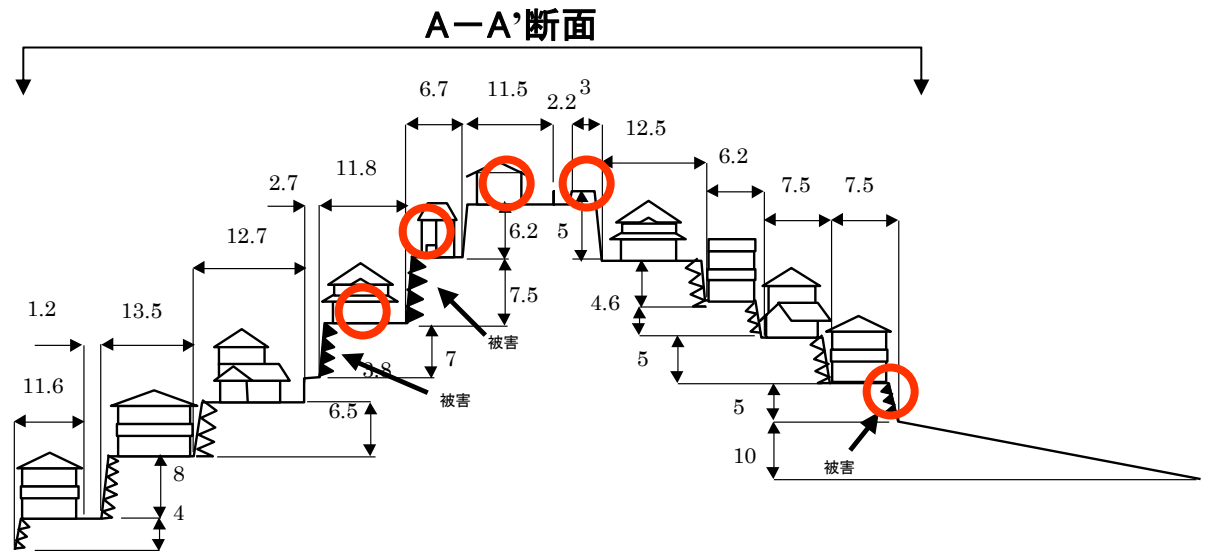
○は被害地点

B

B'



B'



両城の横断面形状

地震による石積み擁壁の崩壊は、尾根地形の上部で起こりやすい

ま と め

- ・降雨と地震による斜面崩壊の発生しやすい箇所は異なる。
- ・地震による斜面崩壊は、降雨によるものと比べて規模が小さく、急斜面で起こりやすい。
- ・降雨に対する斜面崩壊対策工は、地震にも有効である。ただし、吹付けコンクリートは被害を招く恐れがある。
- ・地震による石積み擁壁の崩壊は、尾根地形の上部で起こりやすい。
- ・尾根上部では地震動が約1.6から2.3倍程度増幅されたため、被害が大きくなったと考えられる。
- ・地震後の斜面は崩れやすくなっており、その影響は10年程度継続する。

島根県における落石事故

(1) 事故発生場所

島根県邑智郡邑南町戸河内地内(細谷バス停付近)
主要地方道浜田作木線

(2) 発生日時

平成28年5月4日(水)15:55ごろ

(3) 事故発生状況

県道脇斜面より発生した落石が通行する自動車を直撃。助手席にいた一人の尊い命が失われた。



落石事故再発防止検討委員会を設置

委員長:常田教授(大阪大学)

中国山地

落石発生源

高低差約18m

斜面勾配40°

県道





落石痕 (ガードパイプ)



落石痕



落石源



落石

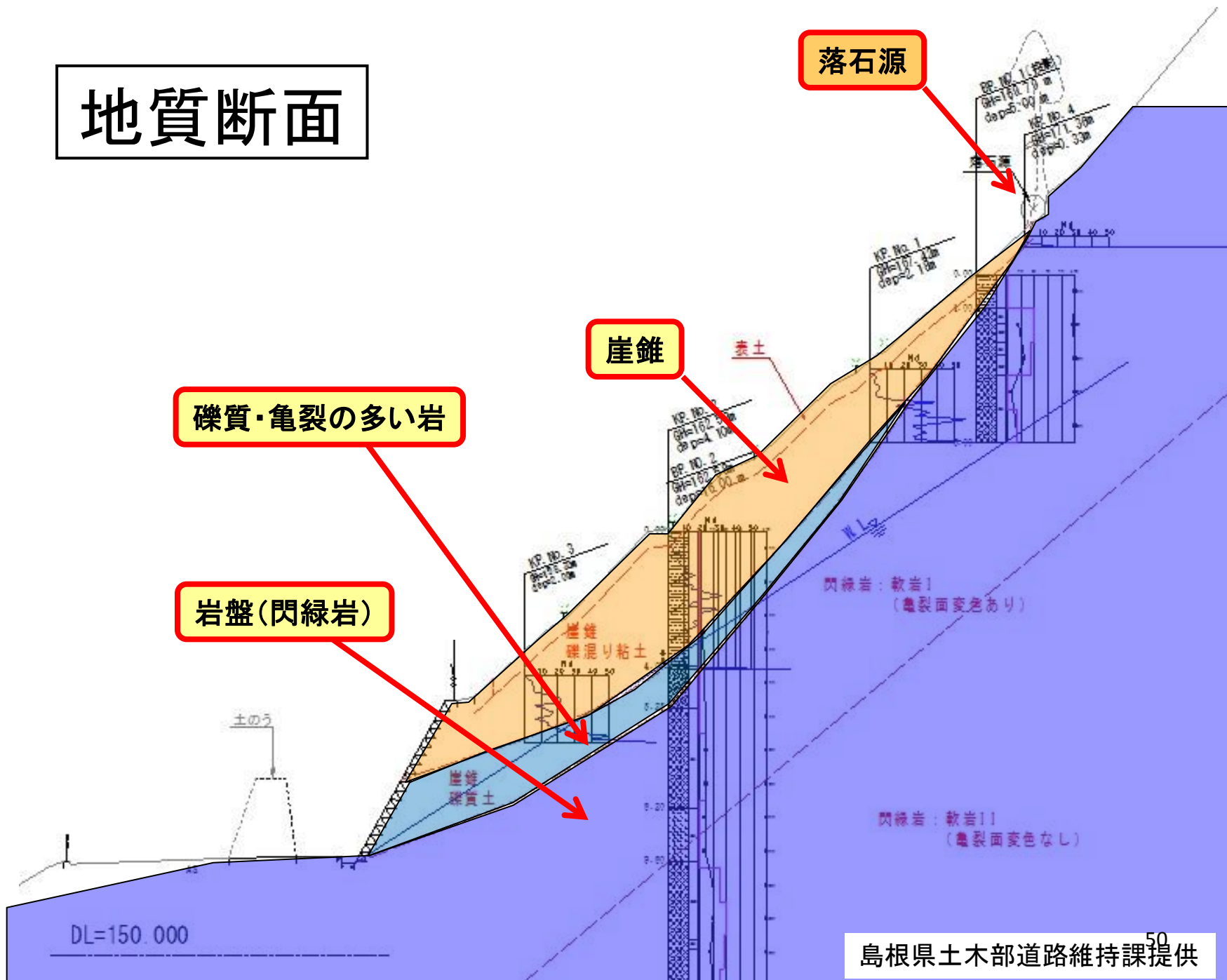


写真提供: 島根県警

衝突した車



地質断面



落石源

崖錐

礫質・亀裂の多い岩

岩盤(閃緑岩)

表土

閃緑岩: 軟岩I
(亀裂面変色あり)

閃緑岩: 軟岩II
(亀裂面変色なし)

DL=150.000

オニグルミ
直径45cm

苔の範囲

断面図位置

根A

根C

根B

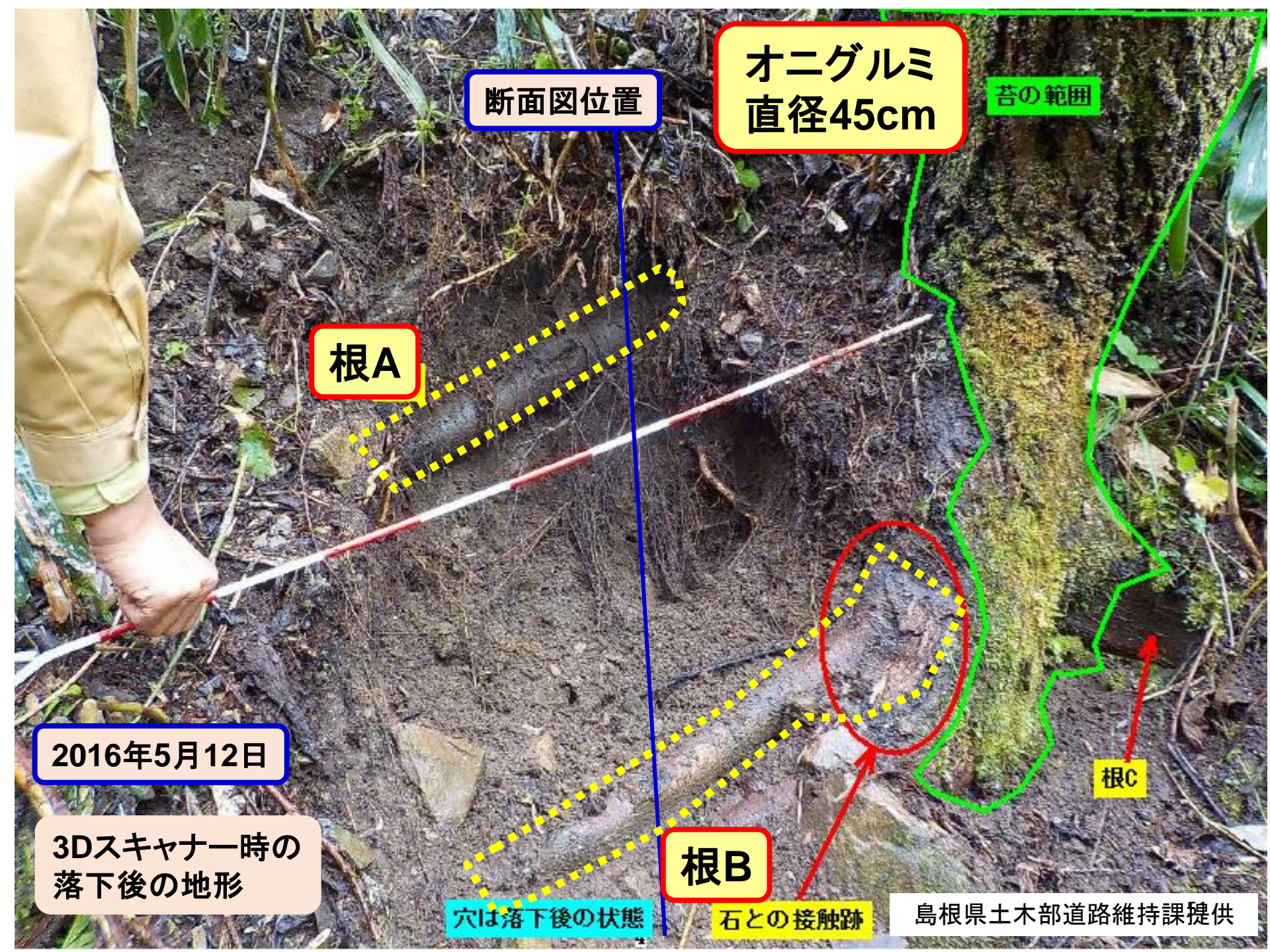
2016年5月12日

3Dスキャナー時の
落下後の地形

穴は落下後の状態

石との接触跡

島根県土木部道路維持課提供



幹の成長
(25cm)

2016年5月12日

3Dスキャナーで
落下後の土砂部を
取り除いて、岩盤を
出した状態で測定。

幹と根の成長
により浮石化

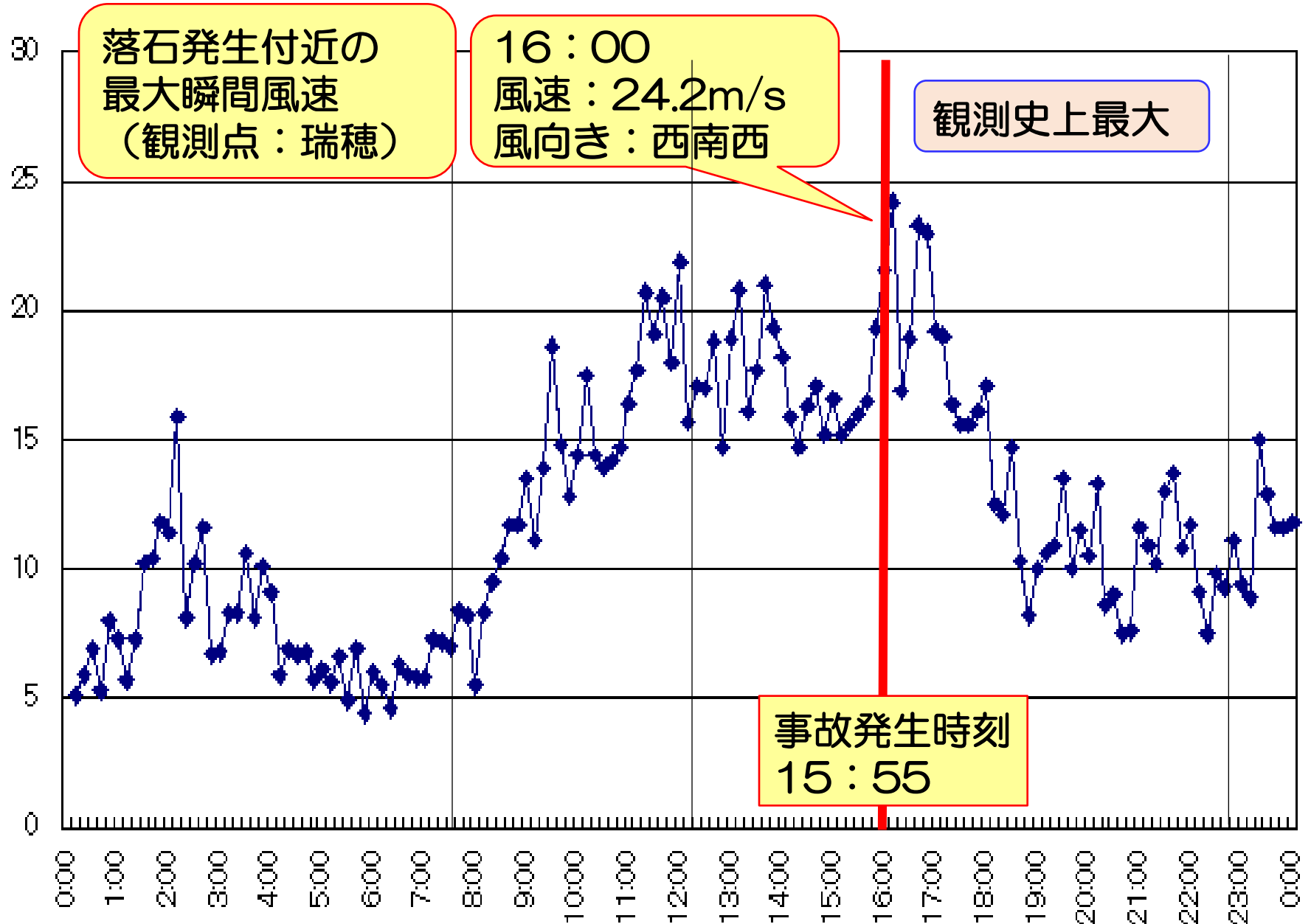
根A

根の成長

根B



最大瞬間風速(m/s)



2016年5月4日 時刻

島根県土木部道路維持課提供

落石発生原因

落下前の状況⇒根Bより重心が山側⇒安定

だんだん不安定になってきた（以前はもっと安定）

根A・根Bの成長⇒浮石化

幹の成長⇒設計時より25cm移動

落石発生の誘因

当日の風

風による木の根の揺れ

安定度
1ランク
不安定側

距離1m以内
木の影響あり

石の端部

木の中心



再発防止策

落石発生が非常に多い（年間1万箇所発生）

県民協力が不可欠

道と川の相談ダイヤル

危険箇所番号標設置

スマホアプリ配信

落石発生情報の活用

落石発生状況DB化→点検・対策優先順位

97%が30cm未満⇒30cm未満を優先

段階施工（緊急対応→第1段階→第2段階）

段階施工の考え方

段階施工

緊急対応する石

第1段階で対応

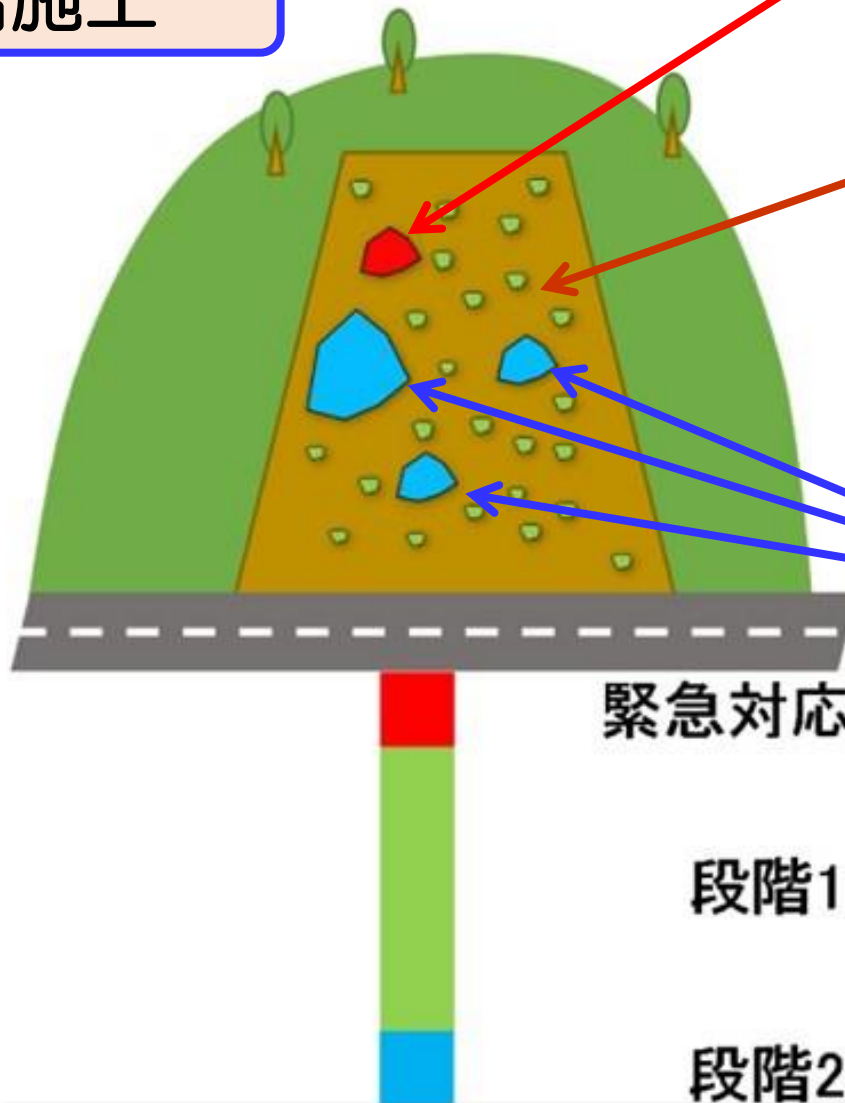
第1段階は
安価で
対策可能

第2段階で
対応

安全度
(0)



安全度
(100)



緊急対応

段階1

段階2

箇所別の対策順序



道路防災ドクターとの意見交換会

【ソフト対策(現状)】

【事前通行規制】

県管理道路の約14%が規制区間に該当

◎規制基準

ランク別	雨量	通行注意	通行止
A ランク	時間雨量	10mm /h	20mm /h
	連続雨量	70mm /24h	80mm /24h
B ランク	時間雨量	15mm /h	30mm /h
	連続雨量	80mm /24h	100mm /24h
C ランク	時間雨量	20mm /h	40mm /h
	連続雨量	90mm /24h	120mm /24h



ランク別内訳表

ランク	区間		主要		一般		計	
	区間	延長	区間	延長	区間	延長	区間	延長
A	1	7.50 km	1	16.50 km	17	150.90 km	19	174.90 km
B	5	39.30 km	7	29.90 km	21	102.70 km	33	171.90 km
C	6	40.70 km	6	26.80 km	27	146.10 km	39	213.60 km
風	4	7.00 km	3	10.40 km	1	2.70 km	8	20.10 km
特殊	5	9.65 km	4	6.91 km	6	8.14 km	15	24.70 km
計	21	104.15 km	21	90.51 km	72	410.54 km	114	605.20 km

【道路パトロール】

◀巡視頻度▶

次の頻度により、県管理道路全線のパトロールを実施

○月4回(週1回)【委託パトロール】

○月1回【直営パトロール】

◀点検内容▶

- 路面(落石・崩落・舗装のクラック等)
- 法面(支障木、防護施設の破損状況等)
- 排水施設(破損・堆積物の確認等)
- 交通安全施設(標識・照明・区画線等)
- その他道路施設(橋梁・トンネル等)
- その他(道路情報板等)



【道路法面点検】

【平成8・9年度点検】

○豊浜トンネル岩盤崩落事故(北海道)を契機に実施した道路防災総点検

【平成25年度点検】

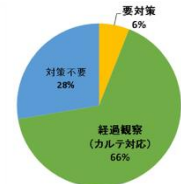
○中央自動車道笹子トンネルの天井板が崩落事故(山梨県)を契機に実施した道路ストック総点検

【平成27年度点検】

○(国)182号の法面崩壊(福山市)を契機に実施した緊急点検

【H27 緊急点検及び H25 点検結果】

	H27 緊急点検	H25 点検 (H27 緊急点検箇所を除く)	合計
要対策	81	455	536
経過観察	291	5,792	6,083
対策不要	27	2,525	2,552
合計	399	8,772	9,171



課題

課題①(事前通行規制)

○事前通行規制区間外においても被災しているため、規制区間の妥当性の検証が必要である。

課題②(道路パトロール)

○道路パトロールにおいて発見した異常箇所については、確実に履歴保存を行う仕組みを構築する必要がある。

課題③(その他)

○道路利用者に対して、危険箇所の情報発信や注意喚起を実施する必要がある。



被災リスクを最小限に留めるための、効果的・効率的なソフト対策を実施する必要がある。

道路防災ドクターとの意見交換会

【ハード対策(現状)】

【点検結果に基づく計画的な防災対策】

○道路防災点検において、対策が必要と判断された箇所については、計画的に道路法面の防災対策を実施する。なお、平成25年度点検、27年度緊急点検において確認されている要対策箇所(536箇所)については、概ね10年程度で、防災対策を実施する。

【緊急性が高い箇所の防災対策】

○道路利用者及び第三者への被害が懸念される損傷、または、緊急対策が必要な箇所については、「要対策」と判断し、速やかに対策を実施する。

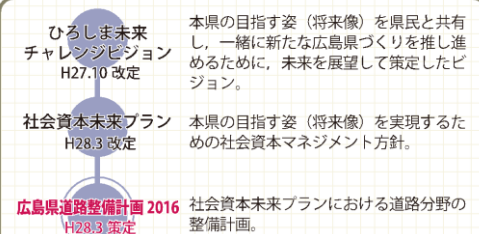
【優先順位】

優先度	優先順位の指標	
高 ↑	緊急輸送道路	社会的に大きな影響がある路線
		広域的な災害支援に資する路線
		その他
低 ↓	緊急輸送道路外	交通量

【道路整備計画2016(H28~H32)】



関係計画の体系



5年間で217箇所を対策目標

課題

課題①

○要対策箇所以外においても、被災が発生している。

課題②

○被災発生前の予兆把握が困難である。



被災リスクを最小限に留める効果的・効率的な防災対策を実施する必要がある。

最後に(防災・減災に向けて)

- ・災害情報の収集とデータベース化
- ・現地状況の正確な把握とメカニズムの解明
- ・適切な対策(事前と事後、効果的・効率的・計画的)
- ・得られた教訓や知見の共有と発信
- ・人材育成と技術力の向上

→ (公益社団法人)地盤工学会へ入会を

ご清聴いただき、ありがとうございました