

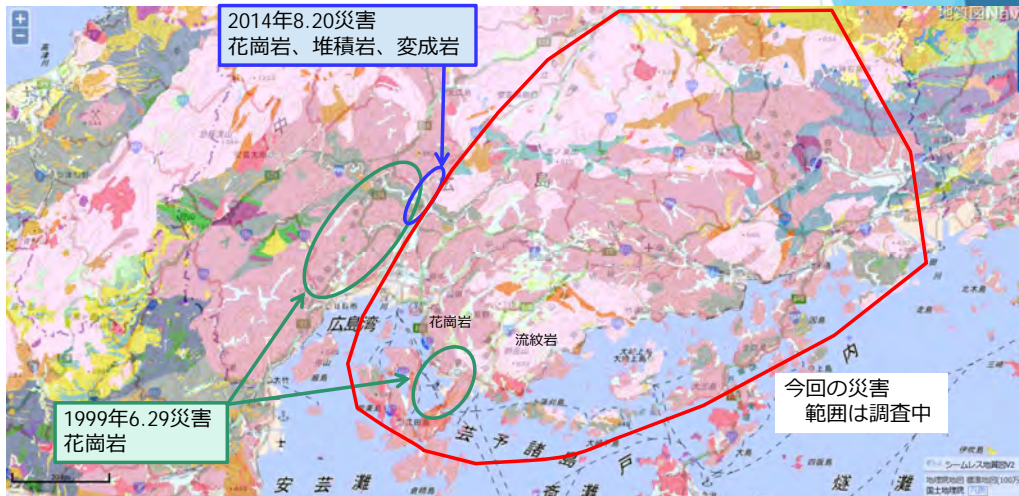
# 広島県安芸郡における土砂災害 と過去の災害との比較

広島工業大学 森脇武夫

## 広島県内の被害

市町名	人的被害					広島県災害対策本部(2018.8.5 13:00現在)		
	死亡	行方不明	重傷	軽傷	計	件数	死者	備考
広島市	23	2	12	18	55	62	20	東区馬木、安佐北区口田南など
呉市	24	1	5	17	47	164	20	安浦町など
竹原市	4			5	9	22	4	新庄町など
三原市	8		1	9	18	45	5	大和町など
尾道市	2		1	6	9	17	2	防地町など
福山市	2		1	2	5	9		神村町など
府中市	2				2	4	1	木野山町など
三次市					0	1		真敷町など
庄原市					0	13		東城町など
大竹市				1	1	1		御園
東広島市	12	1	1	19	33	43	8	志和町など
廿日市市					0	13		津田など
安芸高田市	2	1			3	3		貴船など
江田島市			2	2	4	39		江田島町など
府中町				2	2	6		みくまりなど
海田町	1		2		3	4		畷など
熊野町	12		3	1	16	17	12	川角など
坂町	16	1	4	8	29	39	15	小屋浦など
世羅町			2		2			
安芸太田町					0	1		槻ノ木
北広島町					0	1		川東
計	108	6	34	90	238	504	87	犠牲者の76%は土砂災害による

## 被災地と地質特性



今回の災害 花崗岩、流紋岩(野呂山周辺など)の非常に広い範囲

## 安芸郡熊野町川角5丁目の土砂災害調査報告

調査場所: 安芸郡熊野町川角5丁目(大原ハイツ)

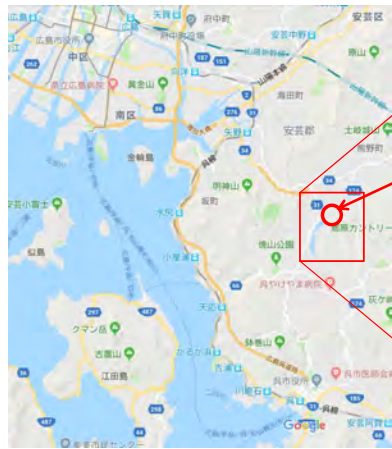
調査日時: 7月13日、20日

団 員: 森脇武夫(広島工業大学)

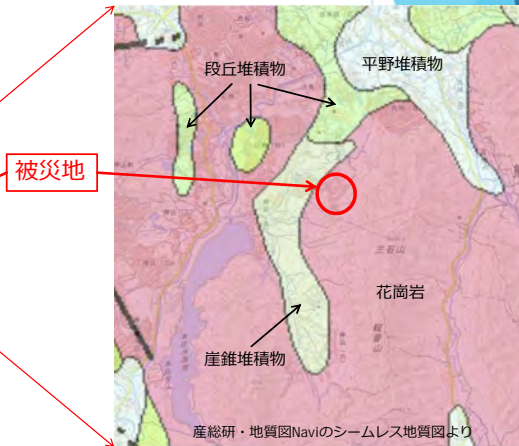
加納誠二(呉工業高等専門学校)

## 安芸郡熊野町川角5丁目（大原ハイツ）

▶ 7月6日（金）午後8時20分ごろに土石流が発生、死者12名



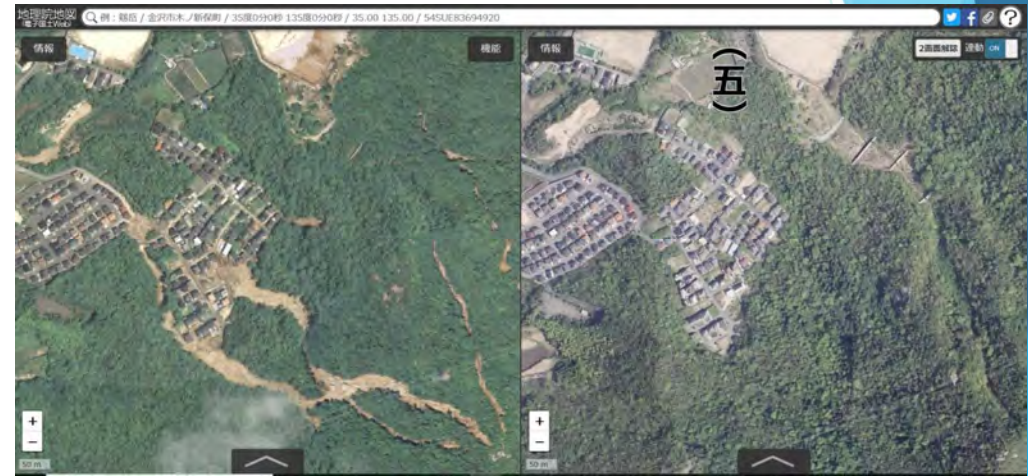
Google マップより



被災地

産総研・地質図Naviのシームレス地質図より  
形成時期：中生代後期白亜紀セノマニアン期～サントニアン期  
岩石：花崗岩 塊状 島弧・大陸

## 被災前後の比較



国土地理院 <http://www.gsi.go.jp/common/000000044.gif>  
※7月11日と被災前の比較（被災前写真：平成21年4月撮影）

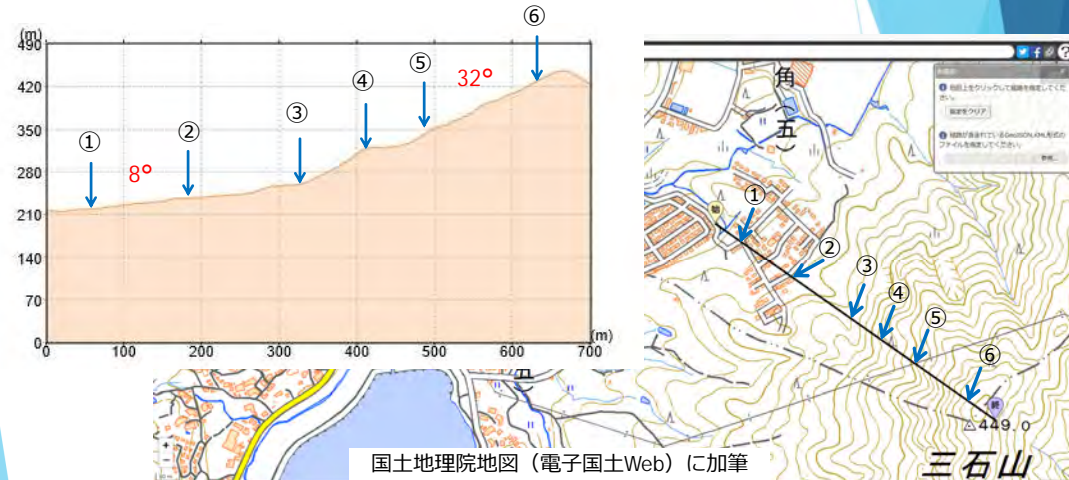
## 被災区域と土石流の発生状況



国土地理院地図に加筆

団地に通じる唯一の道路に土石流が流入し、避難困難になっていた

## 断面図



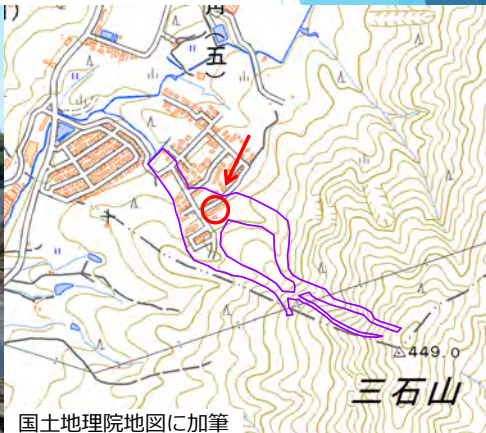
国土地理院地図（電子国土Web）に加筆

団地の坂道の勾配は8°程度、背後の三石山の勾配は30°前後

## 北側溪流谷出口の被害情報



3.5×3.5×1.5m程度の巨石も流入。  
巨石の流入が被害の拡大につながった

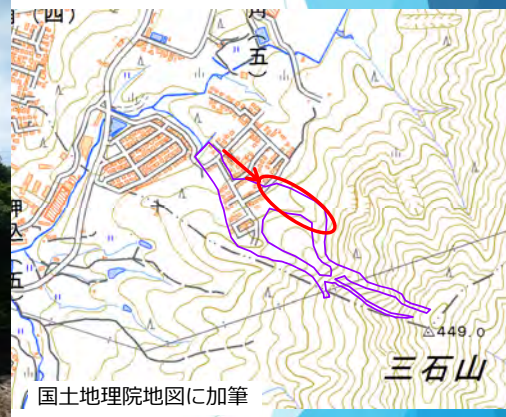


国土地理院地図に加筆

## 北側溪流の谷出口

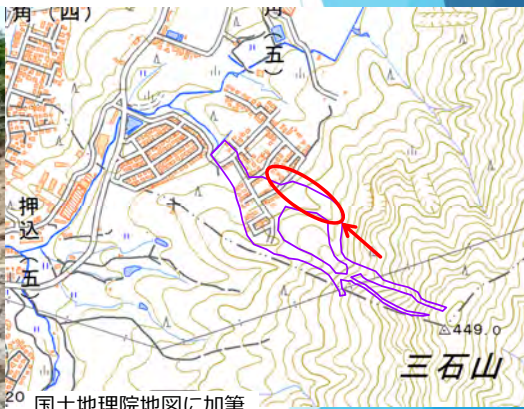


土砂の堆積 3~4°、1~2mの巨石が点在



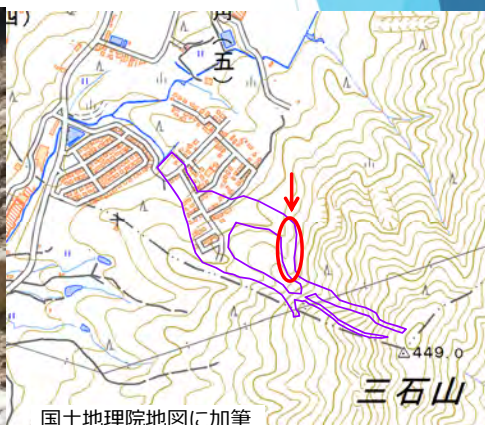
国土地理院地図に加筆

## 北側溪流の土石流流下状況



国土地理院地図に加筆

## 北側溪流の土石流流下状況



国土地理院地図に加筆

溪流の勾配13~15°、側面斜面の勾配37°  
河床には巨石が多数あり

## 北側溪流の土石流流下状況



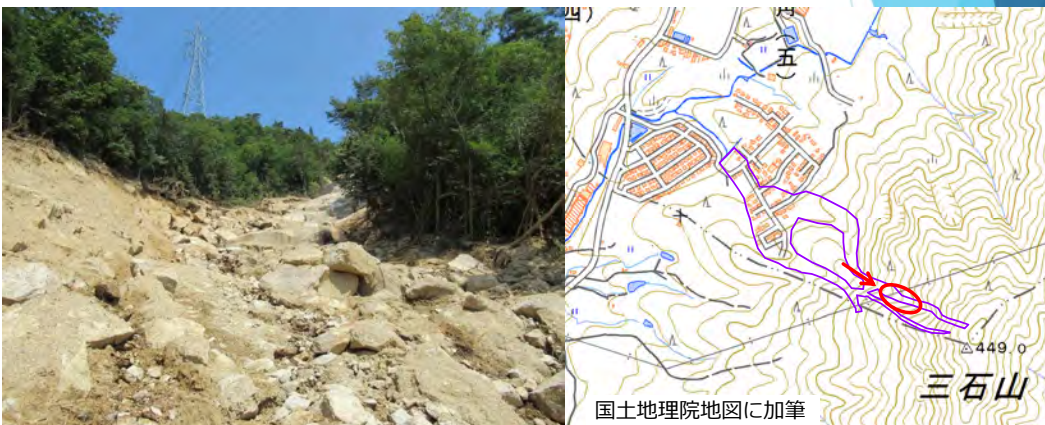
溪流の側面斜面には過去に崩落した巨石が多数あり

## 北側溪流の土石流流下状況



緩勾配部の河床には10mを超える巨石が多数あり  
巨石の下には過去の地表堆積物あり

## 北側溪流の土石流流下状況

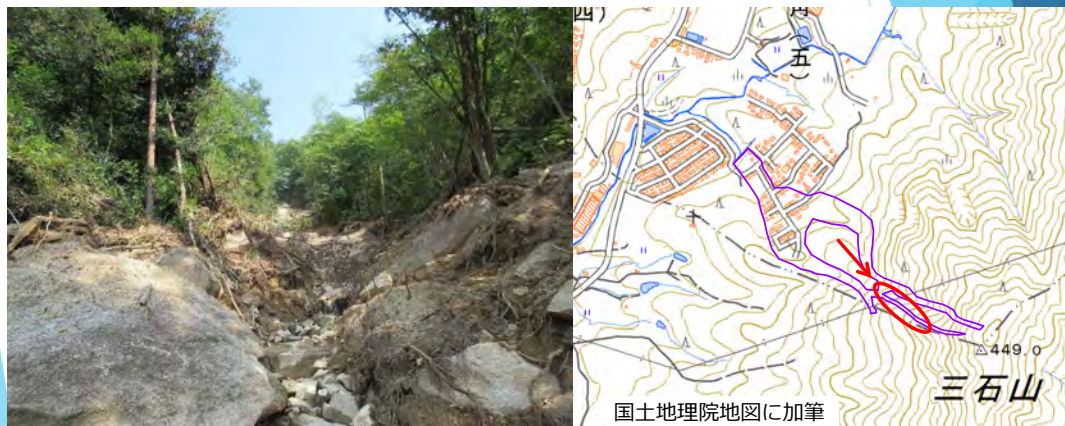


溪流の勾配27~28°

## 北側溪流の土石流流下状況



## 南側溪流の土石流流下状況



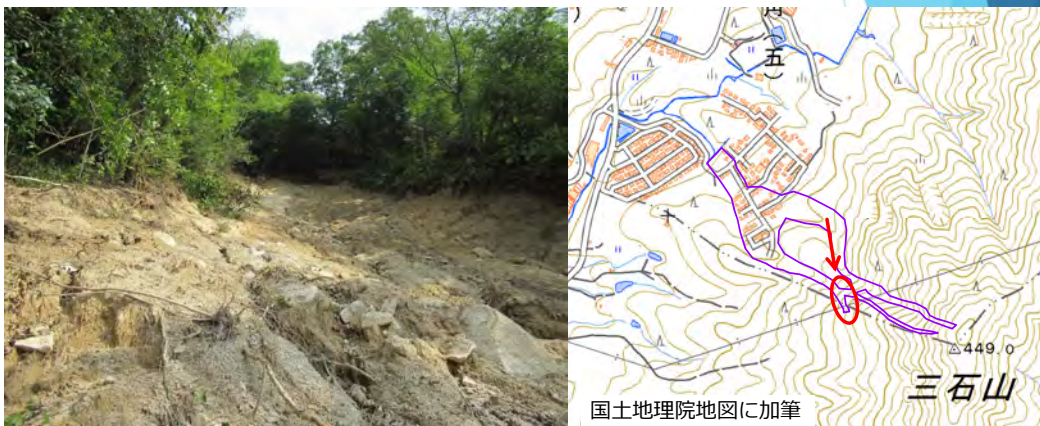
溪流の勾配 約30°

## 北側溪流と南側溪流の合流部



北側の溪流の土石流が小さな尾根を乗り越えて南側の溪流に流入

## 南側溪流に流入している斜面崩壊の源頭部



斜面勾配 約30°

## 南側溪流の土石流流下状況



溪流の勾配 約10°

## 団地南側の土石流による住宅の被災状況



団地上部の住宅を土石流が直撃



土石流に流されたトラックが住宅に突っ込む

## 団地下部での被害状況



土石流によって電柱が倒れて発火し、火災が発生し、住宅と車が炎失

## 土砂災害警戒区域・特別警戒区域



被災地の大部分は土砂災害警戒区域の範囲内であるが、南側の溪流からの土石流は想定外

## 安芸郡坂町における国道31号の土砂災害調査報告

調査場所: 安芸郡坂町水尻・小屋浦の国道31号

調査日時: 7月8日、10日

団員: 森脇武夫(広島工業大学)

調査協力: 国土交通省広島国道事務所

## 安芸郡坂町水尻駅周辺



(7月10日午後撮影)

- A : 水尻川での土砂流出 (海面に変色域が残る)
- B : 広島県道路の崩壊 (7月8日朝に崩壊)



国土地理院地図 (電子国土Web) より

## 安芸郡坂町水尻駅



7月6日夜から流出した土砂に覆われたJR水尻駅と国道31号 (7月10日撮影)

## 安芸郡坂町水尻駅



水尻駅背後の被災状況 (7月10日撮影)

## 安芸郡坂町水尻駅



国道31号では乗用車の屋根を覆うほど土砂が堆積 (7月8日撮影)  
車はほぼその場所で周囲全てを土砂が覆う (流速はそれほど大きくなく、流動性の高い状態で土砂が流出)

## 安芸郡坂町水尻駅南側 広島呉道路の崩壊



(7月10日撮影)

7月8日の朝に谷埋め道路盛土が崩壊



国土地理院地図 (電子国土Web) より

## 安芸郡坂町水尻駅南側 広島呉道路の崩壊



### 被災の主な原因

(第2回 広島呉道路災害復旧に関する検討委員会の結果概要より)

- 高速道路区域外で発生した土石流が道路区域内(盛土ポケット)に流入した。
- この土石流による大量の流木と土砂が、道路盛土内の横断排水管(コルゲートパイプ)呑口を閉塞。
- 盛土ポケットの排水機能が絶たれた結果、路面及び盛土内に雨水が流入・浸透・滞水し続けた。
- その結果、盛土法面が浸食されるとともに、盛土内水位が上昇し、不安定となり崩壊に至った。

7月8日後撮影

## 安芸郡坂町水尻駅南側 広島呉道路の崩壊



崩壊場所近傍の状況 (7月8日午後撮影)



盛土上部の滞水状況 (7月8日午後撮影)



盛土法面の浸食状況 (7月8日午後撮影)

## 安芸郡坂町水尻駅南側 広島呉道路の崩壊



崩落した盛土部分 (7月8日午後撮影)



JR呉線、国道31号、ベイサイドビーチに流出した土砂 (7月8日午後撮影)



## 安芸郡坂町水尻駅南側 広島呉道路の崩壊



土砂が堆積したJR呉線、国道31号、バイサイドビーチの駐車場（7月8日午後撮影）



土砂が流入したJR呉線の水尻駅（7月8日午後撮影）

## 安芸郡坂町小屋浦 小屋浦トンネル北側



JR呉線小屋浦トンネルの北側で土石流が発生し、JR呉線と国道31号に流出（7月10日午後撮影）



## 巨石A



土石流溪流の左岸側面に存在する巨石A（7月10日撮影）  
11m×5m×5m程度のコアストーン



（7月26日撮影）

## 巨石A



（7月26日撮影）

- 巨石の下にはまさ土があり、一部が土石流で流出  
• 現状では安定しているが、風化が進むと不安定になる恐れがある



（7月26日撮影）

- 巨石の下を水が流れた痕跡が残る  
• 巨石下部の地盤にはパイピング跡がある

# 巨石B



(7月26日撮影)

- 4.0m×3.0m×2.0m程度のコアストーンが存在
- 現状では安定しているが、風化が進むと不安定になる恐れがある



(7月26日撮影)

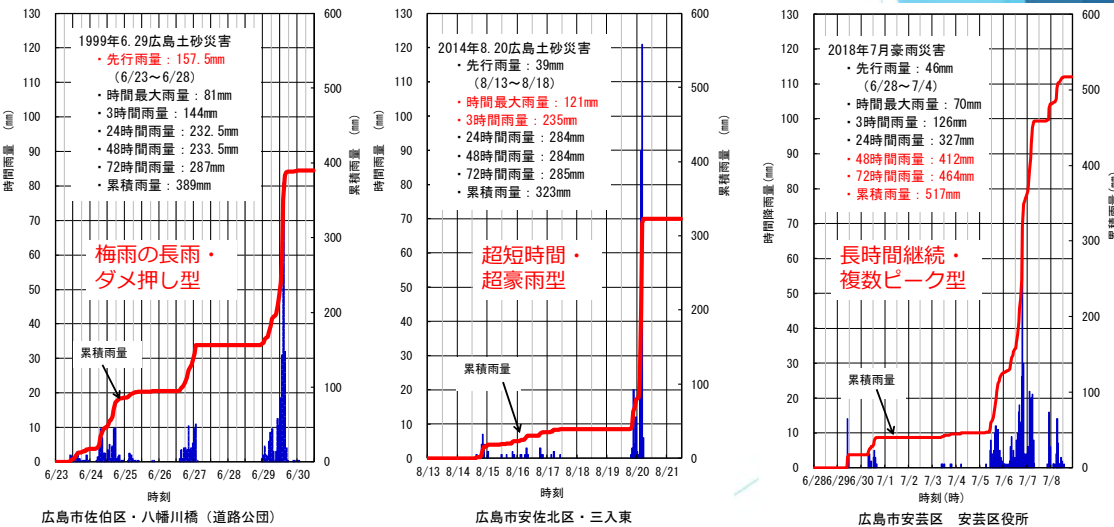
## 土石災害発生溪流 (国土地理院地図・電子国土Webより)



## 土砂災害警戒区域・特別警戒区域 (広島県防災Webより)



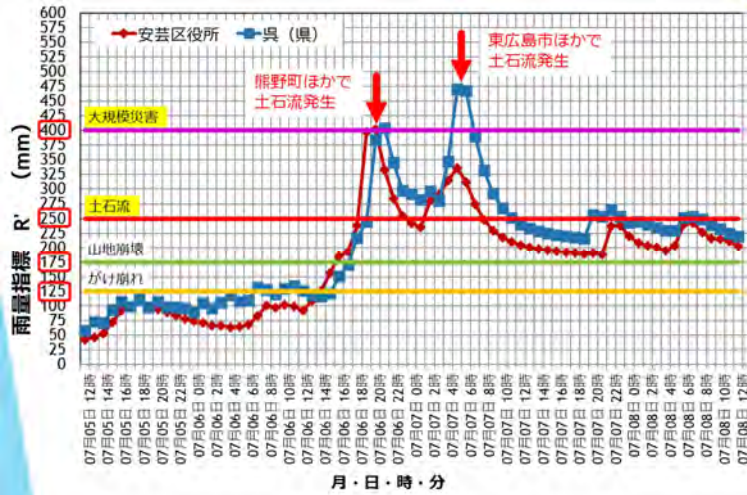
## 降雨状況 (1999.6.29災害と2014.8.20災害との比較)



## 降雨特性

雨量特性 (暫定値)			
	1999年6.29災害	2014年8.20災害	2018年7月災害
雨量観測所	広島市佐伯区 八幡川	広島市安佐北区 三入東	広島市安芸区 安芸区役所
先行雨量 (mm)	157.5 (6/23~6/28)	39 (8/13~8/18)	46 (6/28~7/4)
最大時間雨量 (mm)	81	121	70
3時間雨量 (mm)	144	235	126
24時間雨量 (mm)	232.5	284	327
48時間雨量 (mm)	233.5	284	412
72時間雨量 (mm)	287	285	464
累積雨量 (mm)	389	323	517

## 雨量指標R'の推移 (暫定値)



### 雨量指標R'とは

長期実効雨量 $R_w$ と短期実効雨量 $r_w$ から次式によって

斜面災害の危険度を一つの数値によって総合的に表したもの

$$R' = R_{fw0} - \sqrt{(R_1 - R_w)^2 + a^2 (r_1 - r_w)^2}$$

$R_w$ : 長期実効雨量 (mm, 半減期 $T=72$ h)

$r_w$ : 短期実効雨量 (mm, 半減期 $T=1.5$ h)

$R_1$ : 座標上の横軸基準点 ( $R_1=600$ mm)

$r_1$ : 座標上の縦軸基準点 ( $r_1=200$ mm)

$a$ : 重み係数 ( $a=3$ )

$R_{fw0}$ :  $R_w$ の基準値 ( $R_{fw0}=848.5$ mm)

$$R' = 848.5 - \sqrt{(600 - R_w)^2 + 9 \times (200 - r_w)^2}$$

7/6の夜と7/7の早朝に大規模災害が起こる降雨状況が出現

## まとめ

- ▶ 巨石を多数含む土石流が団地に流入し、甚大な被害が出た。
- ▶ 2つの渓流で発生した土石流が流入し、団地は挟み撃ちにあった。
- ▶ 団地に通じる唯一の道路を土石流が塞ぎ、避難困難になっていた。
- ▶ 過去にも土石流が発生し、土石流が流下した渓流や側面斜面には今でも巨石が多数残っている。
- ▶ 被災地の大部分は土砂災害警戒区域内であったが、想定外の渓流からも土石流の流入があった。
- ▶ 大規模災害を引き起こす程度の降雨のピークが7/6の夜と7/7の朝の2回あった。
- ▶ 強い降雨が長期間続いたため、傾斜の緩やかな斜面でも土石流が発生し、多量の土砂が流出した。